PERIODICAL Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Library
Annual Report
952 1952

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION

ANNUAL REPORT

FOR THE YEAR

1952

COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

INFORME ANUAL

CORRESPONDIENTE AL AÑO

1952

La Jolla, California
1953

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION

MEMBERS

COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

MIEMBROS

Costa Rica

José L. Cardona-Cooper
Virgilio Aguiluz
Víctor Nigro

United States — Estados Unidos de America

Eugene D. Bennett
Lee F. Payne
Gordon W. Sloan
John L. Kask

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION

ANNUAL REPORT

FOR THE YEAR

1952

COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

INFORME ANUAL

CORRESPONDIENTE AL AÑO

1952

La Jolla, California
1953

CONTENTS INDICE

Annual Report of the Commission (Versión en inglés) 3-7

Informe Anual de la Comisión (Spanish version) 8-13

Appendix (Versión en inglés)

A. Report of the Director on the investigations during the year 1952 14-35

Apéndice (Spanish version)

A. Informe del Director sobre las investigaciones efectuadas durante el año 1952 36-61

REPORT OF THE INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION FOR THE YEAR 1952

The Inter-American Tropical Tuna Commission, established by a Convention between the United States and Costa Rica, has as its purpose the collection and interpretation of information which will facilitate maintaining, at levels of maximum sustained yield, the populations of tropical tunas in the Eastern Pacific and of the bait species used in their capture. To this end, the Commission is directed by the Convention to undertake investigations of the tunas and bait species, and to make recommendations for joint action by the member governments designed to attain the objectives of the Convention.

The year 1952 is the second since the initiation of the investigations of the Commission. The Commission was organized in 1950. Its program of investigations was outlined and work commenced during 1951. The work during 1952 has been a continuation and logical development of the research commenced the previous year.

Recommended Program of Investigations

At meetings held during 1951, the Commission adopted for recommendation to the member governments a general program of investigations which would provide the factual information called for by the Convention. This program included five important lines of research:

1) Establishment of a system of collection and analysis of catch-statistics and logbook records to secure, on a continuing basis, the biological statistics necessary to measure currently changes in abundance and yield of the stocks of tunas and bait fishes.

2) Collection and study of existing statistical and other records of past years which may be of value in tracing the growth of the fishery and any changes in abundance of the tuna and bait stocks associated therewith.

3) Research on aspects of the biology and life history of the tunas, knowledge of which is essential to the understanding of the dynamics of the fishery.

4) Investigation of the physical, chemical, and biological oceanography of the tropical Eastern Pacific, and of the relationships of the tunas thereto, as a basis for understanding the ecological factors other than fishing which are responsible for changes in the abundance and yield of the tuna stocks.

5) Investigations of the biology, life history, and ecology of the several species of tuna bait fishes, to make possible an understanding of the effects of the fishery on them.

This program of investigations involves work both ashore and at sea from commercial fishing vessels and research vessels. Estimated continuing costs are $300,000 per year, with an additional $100,000 required for initial capital outlay.

Progress on Investigations

Appropriations made available during 1952, amounting to slightly less than $60,000, have been quite inadequate for undertaking the research program recommended by the Commission. In 1952, as in 1951, it has been necessary to confine the activities of the Commission to problems of most immediate importance which could be undertaken with funds available. None of the activities at sea requiring considerable outlays for equipment and vessel operations were possible. Fortunately, some progress has been made on some of the necessary studies at sea through the co-operation of other organizations, with the activities of which the Commission's work has been co-ordinated, as provided for in Article I, Sections 13 and 16, of the Convention.

During 1952 there was in satisfactory operation a system of collection and analysis of catch-statistics and logbook records for obtaining adequate information on current activities of the fleet, and for measuring yield and apparent abundance of tuna and bait stocks.

Interpretation of current data in order to arrive at conclusions respecting the present status of the tuna and bait resources must await completion of analysis of similar data respecting previous years of fishing. A great mass of such data has been collected. Its analysis, however, has proceeded very slowly. It is indispensable that this phase of the investigations be completed at the earliest possible moment, and it is to be regretted that the resources of the Commission have not been adequate to proceed in this direction more rapidly.

Present knowledge of important facts respecting age, growth, migration, aggregation habits, and other aspects of the biology and life histories of the tuna species is extremely meager. The California State Fisheries Laboratory has been able to initiate certain studies in this area of research by means of (1) market measurements of tuna sizes in the catch landed at San Pedro, and (2) development work on a tag suitable for studies of tuna migrations and technique of applying it. The Pacific Oceanic Fishery Investigations of the U.S. Fish and Wildlife Service, with headquarters in Honolulu, is conducting studies of the biology of the tunas of the Central Pacific, many of the results of which will be useful in the Eastern Pacific also. These investigations, while of great value to the Commission, need

to be expanded and augumented by inquiries into the biology and population dynamics of the Eastern Pacific tunas.

During the summer of 1952, an extensive oceanographic survey of the tropical Eastern Pacific was undertaken as a co-operative investigation of the Scripps Institution of Oceanography, the Naval Electronics Laboratory, and the Inter-American Tropical Tuna Commission, aboard the research vessel *Horizon* of the Scripps Institution. Financial support of the expedition was primarily from the Navy through Scripps Institution. This expedition provided basic information, indispensable to the Commission's research program, which could not have been obtained with the Commission's limited funds. The results of this investigation are expected to make possible an understanding of the general oceanography of the areas of importance to the Commission, and to provide a sound basis for planning the more detailed investigations needed for elucidating annual and seasonal variations in the oceanographic regime.

In the spring of 1952, the Commission established a laboratory at Puntarenas on the Gulf of Nicoya for the study of the ecological regime of that formerly important baiting area, which until about 1948 supported a large population of anchovetas. In addition to studies of the hydrography of the Gulf, investigations are being made of the life histories of the bait species which now inhabit it.

Through the co-operation of the tuna fleet, samples of anchovetas and other bait species are obtained at intervals throughout the year from each of the important baiting areas between San Diego and Ecuador used by the fleet. Based on these samples, staff members of the Commission are conducting studies of age and growth, spawning seasons, and racial affinities of the various populations. It is desirable that in the near future these investigations, based on samples taken by the fleet, be augmented by collections and observations made by the Commission's scientists in the field. It is particularly necessary that tagging experiments be undertaken to measure migrations of bait species between baiting areas, and to estimate rates of exploitation of the stocks. To this end, experiments have been completed at the Scripps Institution Aquarium, during 1952, leading to the development of a suitable tag for use on the bait fishes.

Attached hereto as Appendix A is a report by the Director of Investigations giving further details on the investigations during 1952.

Membership Changes

Mr. Milton C. James retired from the U.S. Fish and Wildlife Service in the spring of 1952 and resigned from the Commission. His resignation was accepted by the President of the United States on 1 April 1952.

Dr. John Laurence Kask, Mr. James' successor as Assistant Director

of the U.S. Fish and Wildlife Service, was appointed to the Commission on July 10, 1952.

Annual Meeting

The Commission held its regular annual meeting at San José, Costa Rica, on August 13. At this meeting the Commission took the following actions:

1) Approved for publication the annual report for the years 1950 and 1951;

2) Adopted a set of rules of procedure for the conduct of Commission meetings;

3) Reviewed the investigations underway, and discussed and approved the investigations to be undertaken during the current fiscal year in the light of the funds made available for the joint expenses of the Commission ($58,100 compared with estimated requirements of $424,000);

4) Recommended to the member governments a program of investigations for the fiscal year 1953-54, in general the same as that recommended the previous year, with minor modifications dictated by the results of researches during the preceding year. Estimated that the program required a budget of $412,575, and recommended its adoption by the member governments;

5) On the basis of current statistics of amount of tuna utilized by the member governments, recommended that the joint expenses of the Commission be apportioned between the United States and Costa Rica in the proportion of 99.8% and 0.2%;

6) Elected Mr. José L. Cardona-Cooper Chairman, and Dr. J. L. Kask Secretary for the next year.

Appropriations for the investigations of the Commission have, during 1952, been only a small fraction of the funds required for the program of studies needed to insure wise use of the tuna and bait resources. Considerable progress on necessary investigations has been made in spite of this limitation, largely because of the support of important investigations by the Scripps Institution of Oceanography, the California State Fisheries Laboratory, and the U.S. Fish and Wildlife Service. The Commission will continue to take full advantage of opportunities for future assistance from other agencies, but it cannot be expected that this assistance will continue to be forthcoming without significent financial contributions by the Com-

mission to such co-operative investigations. It must also be strongly emphasized that some essential parts of the research program have received no attention, and progress on other essential lines of study is too slow to be of utility in the near future.

The Commission is in the unique position of undertaking investigations of the important fishery for the tropical tunas while that fishery is still growing and, apparently, is not yet fully utilizing its resources. All too often in the past, such investigations have been undertaken only after a fishery had obviously passed its peak and was beset with declining yields. All too often in the past, efforts have been necessarily directed to repairing rather than preventing damage. If the Commission is to fulfill its purpose of *maintaining* the yield of this fishery at maximum levels, the necessary scientific knowledge must be obtained before, not after, the fishery has over-extended itself.

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION,

José L. Cardona-Cooper, Chairman
Eugene D. Bennett
Lee F. Payne
Gordon W. Sloan
Virgilio Aguiluz
Víctor Nigro
John L. Kask, Secretary

INFORME DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL CORRESPONDIENTE AL AÑO 1952

La Comisión Interamericana del Atún Tropical, establecida por una Convención entra Costa Rica y los Estados Unidos de América, tiene como deberes recolectar e interpretar la información que facilite el mantenimiento, a niveles de una contínua producción máxima, de las poblaciones de las especies tropicales de atún en el Pacífico Oriental y de los peces de carnada que se emplean para su pesca. Con este propósito la Comisión se encarga, en conformidad con los términos de la antes expresada Convención de efectuar investigaciones sobre los atunes y mencionadas especies de carnada, y de hacer recomendaciones a los Gobiernos Miembros a fin de que pueden tomar una acción conjunta que les permita obtener los resultados que el citado Convenio persigue.

El año 1952 es el segundo desde la iniciación de las investigaciones de la Comisión. Esta fué organizada en 1950. Durante 1951 se preparó el programa de estudios y se comenzaron los trabajos. La tarea realizada en el año 1952 ha sido una continuación y lógico desarrollo de las investigaciones empezadas en el año anterior.

Programa de las Investigaciones Recomendadas

En sus reuniones efectuadas durante 1951, la Comisión acordó recomendar a los Gobiernos Miembros un programa general de investigaciones capaz de suministrar la información a que la Convención se refiere. Este programa incluyó cinco importantes líneas de estudio:

1) Establecimiento de un sistema de recolección y análisis de estadisticas de pesca y de los datos de los diarios de a bordo a fin de lograr, a base de continuidad, los informes estadísticos sobre biología necesarios para determinar los cambios en la abundancia y producción de las poblaciones de atún y peces de carnada.

2) Recolección y estudio de las estadísticas existentes y de otros informes recogidos durante años pasados, considerados de valor para determinar el crecimiento de la pesquería y las variaciones en la abundancia de las existencias de atún y de carnada.

3) Estudio sobre aspectos de la biología y la historia natural de las especies de atún que conciernen a la Comisión, con el objeto de obtener el conocimiento que es esencial para comprender la dinámica de su pesca.

4) Investigación sobre la oceanografía física, química y biológica del área tropical del Pacífico del Este, y su relación con las especies de

atún, como base para conocer los factores ecológicos causantes de los cambios en la abundancia y en el rendimiento efectivo de las poblaciones de esos peces sin tomar en cuenta el factor pesca.

5) Investigaciones sobre la biología, la historia natural y la ecología de las diversas especies de carnada para el atún, a fin de hacer posible el conocimiento de los efectos que en ellas ocasiona la pesca.

Este programa de estudios exige trabajos tanto en el laboratorio como en el mar, a bordo de barcos pesqueros comerciales y de embarcaciones especiales de investigación. Los gastos se estiman en $300,000 por año, más una suma de $100,000 que requiere el gasto inicial.

Progreso de las Investigaciones

Los recursos económicos de que se dispuso durante 1952, por una cantidad escasamente menor a $60,000, han sido bastante inadecuados para desarrollar el programa de estudios recomendado por la Comisión. En 1952, al igual que en 1951, ha sido necesario limitar las actividades de nuestro organismo a las investigaciones de los problemas de más inmediata importancia, los cuales podían llevarse a efecto con tan reducidos fondos. No fué posible realizar ninguna de las actividades en el mar, que requerían gastos considerables para equipo y operaciones a bordo. Afortunadamente, y gracias a la cooperación brindada por otras organizaciones con cuyas actividades se ha coordinado el trabajo de la Comisión (según está facultada por los incisos 13 y 16 del Artículo I de la Convención), se ha alcanzado cierto progreso en algunos de los estudios que era indispensable hacer en el mar.

Durante 1952 se operó satisfactoriamente un sistema de recolección y análisis de estadísticas de pesca y de datos de los diarios de a bordo, para obtener información adecuada en las actividades corrientes de la flota y para apreciar los resultados de la pesca y la aparente abundancia de las poblaciones de atún y de carnada.

La interpretación de los informes sobre las actividades corrientes debe esperar hasta que se complete el análisis de la información similar respecto de la pesca en años anteriores, para poder llegar a conclusiones en cuanto a la presente situación de los recursos de atun y de peces de carnada. Una gran cantidad de esos datos ha sido obtenida. Su análisis, sin embargo, se ha venido haciendo muy poco a poco. Es indispensable que se termine esta fase de la investigación tan pronto como sea posible, por lo que es lamentable que los recursos de la Comisión no hayan sido los suficientes para avanzar más rápidamente pos ese camino.

El conocimiento actual sobre hechos de importancia respecto a la edad, crecimiento, migración, hábitos gregarios y a otros aspectos de la biología y la historia natural de las especies de atún, es pobre en extremo. El

Laboratorio de Pesquerías del Estado de California ha podido iniciar ciertos estudios en estos aspectos de la investigación por los siguientes medios: 1) mediciones de los tamaños del atún efectuadas en ejemplares que se toman de la pesca descargada en San Pedro; y 2) desarrollo de un trabajo para obtener una marca apropiada que permita estudiar el movimiento migratorio de los atunes y de un sistema para aplicar esa marca. La organización denominada "Pacific Oceanic Fishery Investigations" perteneciente al "Fish and Wildlife Service" (Servicio de Pesca y Vida Silvestre) de los Estados Unidos de América, está efectuando estudios biológicos sobre los atunes del Pacífico Central. Muchos de los resultados de estos estudios podrán también utilizarse para los del Pacífico del Este. Estas investigaciones son de gran valor para nuestra Comisión, pero necesitan ampliarse y completarse con averiguaciones dentro de los campos de la biología y la dinámica de las poblaciones de las especies de atún del Pacífico Oriental.

Durante el verano de 1952 se efectuó un extenso estudio oceanográfico del sector comprendido por las aguas tropicales del Pacífico del Este, en un esfuerzo coordinado de la Institución Scripps de Oceanografía, el "Naval Electronics Laboratory" y la Comisión Interamericana del Atún Tropical, a bordo del barco de investigaciones "Horizon" perteneciente a la Institución Scripps. Esta expedición suministró informes básicos, indispensables al programa de estudios de la Comisión, que no habría sido posible obtener con los limitados recursos económicos de que se disponía. Los resultados de esta investigación se espera que harán posible un conocimiento de la oceanografía general de las áreas de importancia para nuestra Comisión, y que nos darán una base firme para hacer planes sobre más detallados estudios que son necesarios para lograr una explicación de las variaciones anuales y estacionales en el sistema oceanográfico de la región.

En la primavera de 1952, la Comisión estableció un laboratorio en Puntarenas, en el Golfo de Nicoya, para el estudio ecológico de aquélla que fué anteriormente tan importante zona productora de carnada y que hasta alrededor de 1948 mantuvo una gran población de anchovetas. Además de los estudios sobre la hidrografía del Golfo, se hacen investigaciones sobre la historia natural de las especies de carnada que se encuentran en esa área.

Gracias a la cooperación de la flota atunera, se obtienen, a intervalos durante el año, muestras de anchovetas y de otras especies de peces usados para cebo, de cada una de las zonas importantes entre San Diego y Ecuador visitadas por los barcos. Estas muestras sirven de base a los científicos de la Comisión para efectuar estudios sobre la edad, crecimiento, épocas de desove y afinidades raciales de las diversas poblaciones de peces para carnada. Es de desearse que en un futuro cercano, estas investigaciones, basadas en las muestras proporcionadas por la flota, se amplíen con

recolecciones y observaciones que hagan los propios científicos de la Comisión. Particularmente se necesita que se efectúen los experimentos de marcación que permitan apreciar los movimientos migratorios de las especies de carnada entre las diversas áreas en donde se encuentran dichas especies, así como estimar la proporción en que se han explotado las respectivas poblaciones de esos peces. Persiguiendo ese fin, durante 1952 se han hecho experimentos en el acuario de la Institución Scripps para dar con una marca adecuada que pueda usarse en las indicadas especies.

Agregado a este reporte se encuentra, como Apéndice A, un informe del Director de Investigaciones que contiene mayores detalles sobre las investigaciones llevadas a cabo durante 1952.

Cambios entre los Delegados

El Señor Milton C. James se retiró del "Fish and Wildlife Service" (Servicio de Pesca y Vida Silvestre) de los Estados Unidos en la primavera de 1952 y renunció también como Miembro de la Comisión Interamericana del Atún Tropical. Su renuncia fué aceptada por el Presidente de los Estados Unidos el primero de Abril de 1952.

El Doctor John Laurence Kask, sucesor del Señor James en su puesto de Director Asistente del "U.S. Fish and Wildlife Service," fué designado Delegado del Gobierno de los Estados Unidos el 10 de Julio de 1952, para integrar la Comisión.

Reunión Anual

La Reunión ordinaria anual de la Comisión se efectuó el 13 de Agosto en San José de Costa Rica. En ella se tomaron las siguientes resoluciones:

1) Se autorizó la publicación del informe anual correspondiente a los años 1950 y 1951;

2) Se aprobó un Reglamento para ajustar los procedimientos de las reuniones de la Comisión;

3) Se procedió al examen de las investigaciones en proceso y se discutieron y aprobaron los planes de estudio a efectuarse durante el corriente año fiscal con base en los fondos de que era posible disponer para los gastos conjuntos de la Comisión ($58,100.00, comparativamente con la cantidad estimada como necesaria, que monta a $424,000.00).

4) Se recomendó a los Gobiernos Miembros un programa de investigaciones para el año fiscal 1953-1954 que comprende, en general, lo mismo que se aprobó para el año anterior, pero con modificaciones de

menor cuantía aconsejadas por los resultados de las investigaciones del período precedente. Se presupuestó la suma de $412,575, necesaria para el cumplimiento de ese programa, y se recomendó su aprobación a los Gobiernos Miembros;

5) Tomando como base las cifras sobre las cantidades de atún utilizadas por cada uno de los Gobiernos Miembros, se acordó que los gastos conjuntos de la Comisión fueran sufragados entre los Estados Unidos y Costa Rica en la proporción de 99.8% y 0.2%, respectivamente.

6) Se eligió Presidente al Señor Licenciado José L. Cardona-Cooper, y Secretario al Señor Dr. J. L. Kask para el siguiente período anual.

Las autorizaciones presupuestales para la investigación que la Comisión debe efectuar han alcanzado, durante 1952, solamente una pequeña parte de las sumas requeridas para un programa capaz de asegurar el uso racional de los recursos de atún y de peces de carnada. A pesar de estas limitaciones, se ha realizado un considerable progreso en los estudios de mayor necesidad, y esto se debe principalmente a la ayuda que han dado la Institución Scripps de Oceanografía, el Laboratorio de Pesquerías del Estado de California y el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos en la realización de importantes investigaciones. La Comisión continuará aprovechando, en la forma más ventajosa posible, la cooperación que en futuras oportunidades puedan brindarle otras instituciones o dependencias, pero no puede esperarse que esa ayuda siga llegando sin una contribución de alguna significación económica por parte de nuestro organismo, ya que se trata de investigaciones de carácter cooperativo. Debe declararse enfáticamente que algunos aspectos esenciales del programa de trabajo de nuestra Comisión no han recibido atención alguna, y que el progreso en otras líneas fundamentales de nuestro estudio va demasiado lento como para que pueda ser de utilidad en un cercano futuro.

La Comisión está en la rara posición de realizar investigaciones acerca de las importantes actividades pesqueras que se efectúan para la obtención de las especies tropicales de atún, mientras que esas actividades estén en proceso de crecimiento y aparentemente no se ha llegado al límite de explotación de los respectivos recursos. Muy a menudo, en el pasado, se han intentado investigaciones similares, pero ya cuando la pesca, después de haber registrado la cifra más alta de producción, ha declinado en sus rendimientos. Muy a menudo, en el pasado, los esfuerzos se han orientado a reparar y no a prevenir el daño. Si la Comisión ha de llenar su

proposito, de *mantener* el aprovechamiento de la pesca en referencia, a niveles máximos, el conocimiento científico que se necesita para lograr ese objetivo debe adquirirse *antes*, no después de que la industria pesquera se haya extendido demasiado.

COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

José L. Cardona-Cooper, Presidente
Eugene D. Bennett
Lee F. Payne
Gordon W. Sloan
Virgilio Aguiluz
Víctor Nigro
John L. Kask, Secretario

APPENDIX A

REPORT ON THE INVESTIGATIONS OF THE INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION DURING THE YEAR 1952

By

Milner B. Schaefer, Director of Investigations

The purpose of the Inter-American Tropical Tuna Commission is set forth in the Convention as the gathering and interpretation of factual information which will facilitate maintaining, at levels which will permit maximum sustained catches, the populations of yellowfin and skipjack tunas, and of other kinds of fish, taken by tuna fishing vessels in the Eastern Pacific Ocean. The research program recommended by the Commission to the member governments has been planned to provide the factual information required for an understanding of the biology, ecology, and population dynamics of the tunas and tuna-bait fishes.

Foremost among the natural phenomena, knowledge of which we need in order to draw conclusions respecting the rational utilization of the tunas and tuna bait species, are the effect of fishing on the abundance of the populations of the several species of tunas and bait fishes, and the relation of size of populations to sustained catches which they will support. For studying this subject, we require, for a series of years, measurements of yield, intensity of fishing, and abundance of the fish populations with which we are concerned. Such measurements can be made at reasonable cost only from the records of the commercial fishery. Therefore, it is of basic importance that the research staff gather continuously detailed information respecting the locations of fishing, amount of fish caught, and fishing effort required to make the catches. Similar records for earlier years of the fishery, when intensity of fishing was lower, will make possible an understanding of what changes in the abundance and yield

have been associated with changes in the intensity of fishing as the fishery has grown.

The statistical records alone are, however, not sufficient for understanding the effect of the amount of fishing on the abundance of fish and the yield which may be obtained. The interpretation of the statistical data depends, in important degree, on knowledge of the important aspects of the life histories and behavior of the fishes, which we refer to as their "biology." We must know the natural population units into which each species is divided, so that the statistics of catch may be properly referred to them. We need to know the amount and rate of migration of individuals within and between these population units. We need to know at what stages of their lives the individuals are vulnerable to the fishery, in what geographical areas and over what period of time. We need to understand the manner and degree in which the fish populations are renewed by birth, growth, and death, the "vital statistics" of the species.

Variations in the abundance of the fish populations with which we are concerned are the result not only of changes in amount of predation by man, the fishery, but also of variations in amount of predation by other enemies, variations in supplies of food, and variations in the physical environment influencing rates of birth and death. The tunas exist in a complex oceanic environment, which is not uniform in either space or time. The littoral habitat of the bait species subjects them to even larger variations in the natural factors of this environment. Adequate understanding of these ecological factors influencing the populations of tunas and bait fishes is indispensable if we are to avoid confusing their effects with those produced by fishing.

In order to obtain these several kinds of knowledge, there has been drawn up a general program of research, which has been approved by the Commission and recommended to the member governments. It has not been possible to initiate research on all of the essential lines of investigation due to rather severe limitation of funds made available. During 1952, as during the preceding year, it has been necessary to limit our investigations to those projects of most immediate importance which could be undertaken.

In general, the research conducted during 1952 has been a continuation and extension of lines of study initiated in 1951. In addition, we have taken advantage of opportunities to utilize facilities of co-operating agencies to make some start on important investigations not otherwise within our means. Although gathering of basic data has demanded most of the effort of the staff, an increasing share of our time has been directed toward analysis.

The following activities have been undertaken by the scientific staff during 1952:

1. Compilation of current statistics of total catch

Information respecting amounts and species of tunas caught in the tropical Eastern Pacific Ocean is gathered from a variety of sources, including records of government agencies of those countries utilizing substantial quantities of tuna, records of tuna canners, and import declarations in the United States. The resulting data on total production are complete except for very minor quantities of tuna utilized in certain countries other than the United States. Compilation of data for 1951 indicates landings of 308.6 millions of pounds, consisting of 183.7 million pounds of yellowfin tuna, 121.2 million pounds of skipjack, and 3.7 million pounds not identified by species. This represents a decrease of 45 million pounds from 1950 due, primarily, to considerable curtailment of the activity of the United States fleet as a result of economic circumstances.

The fleet based on the West Coast of the United States landed, in 1951, 277.4 million pounds, consisting of 161.6 million pounds of yellowfin tuna and 115.8 million pounds of skipjack. Of these quantities, vessels using live bait landed 91% of the yellowfin tuna and 88% of the skipjack, purse seiners having had relatively poor fishing during 1951.

Detailed information respecting geographical origin of tuna catches for different seasons of the year is gathered routinely by the Commission's staff by means of a system of logbook records, described below, through which we are able to obtain precise information on the operations of the major part of the fleet landing at ports of the United States West Coast or Costa Rica. This system was initiated with the clippers in 1951, and was extended to the seiners during 1952. Comparison of these data over a series of years will enable the Commission to ascertain what variations occur in the yield from different areas from year to year. Such data, taken together with information on intensity of fishing, will eventually enable us to ascertain, when a sufficient series of data are available, the changes which may be taking place in the abundance of the tuna stocks.

Data on tuna landings for 1952 are still in process of compilation. It appears, however, from preliminary figures, that the total catch of yellowfin tuna from the tropical Eastern Pacific was at about the same level as in 1951, or slightly higher, but that the total catch of skipjack was down to an important degree below that of the previous year.

The tuna clippers, using live bait, are at present the dominant element of the fleet. Their method of fishing requires quite large quantities of small, inshore fishes for "chumming" the tuna to the fishing vessel. Statistics on the kinds and quantities of bait fish taken by the fleet were

completely lacking until we commenced our detailed coverage of the operations of the fleet by means of logbooks. From the logbook records kept by a large sample of the fleet operating from ports of the United States and Costa Rica, we can determine the amounts of bait fishes captured by those vessels and can, on that basis, estimate rather accurately the quantities of each kind of bait taken by the entire fleet from each baiting area. Data for 1951 have been compiled and estimates completed. Tabulation of data for 1952 was still in process as the year ended.

The tuna fishermen measure bait in "scoops", a scoop being the quantity lifted from the bait seine into the bait tanks by means of a small dipnet, the instrument also being called a scoop. The quantity of fish in a scoop varies to some extent from vessel to vessel and probably also with the kind of fish, and perhaps the locality. We do not yet have accurate conversion factors, but information at hand indicates a tentative factor of 10 pounds per scoop.

Estimates based on our 1951 logbook data show that the fleet of tuna clippers operating from United States West Coast ports captured the following quantities of bait fishes during that year:

Kind of Bait	Number of Scoops	Percent of Total
Anchoveta *(Cetengraulis mysticetus)*	1,603,000	63.0
California sardine *(Sardinops caerulea)*	382,000	15.0
Galapagos sardine *(Sardinops sagax)*	83,000	3.3
Northern anchovy *(Engraulis mordax)*	160,000	6.3
California sardine and Northern anchovy mixed and not identifiable separately	12,000	0.5
"Herring" *(Opisthonema, Sardinella, Ilisha)*	146,000	5.7
Salima (Family Xenichthyidae)	61,000	2.4
Other species, and not specified	97,000	3.8
TOTAL	2,544,000	

The fleet to which these estimates apply is the fleet of bait boats, regularly engaged in the tuna fishery, landing its catches at United States West Coast ports. This fleet landed 226 million pounds of tuna and skipjack in 1951. Not included are a number of small California vessels engaged sporadically and seasonally in the tuna fishery off Baja California, nor U.S. vessels normally based on the West Coast shipping their catches frozen from Panama, and elsewhere. Such vessels caught about 20 million pounds of yellowfin tuna and skipjack in 1951. We have, of course, no means of estimating quantities of bait used by fishing vessels of Mexico, Peru, Ecuador, and other countries whose vessels are not covered by our logbook system. From available information on catches of vessels of other nations, we are reasonably certain, however, that the bait fishing covered

by our regular logbook system, for which estimated quantities of bait used is tabulated above, includes at least 86% of all tuna captured by live bait fishing. Presumably, therefore, the above estimates include at least this percentage of all bait used.

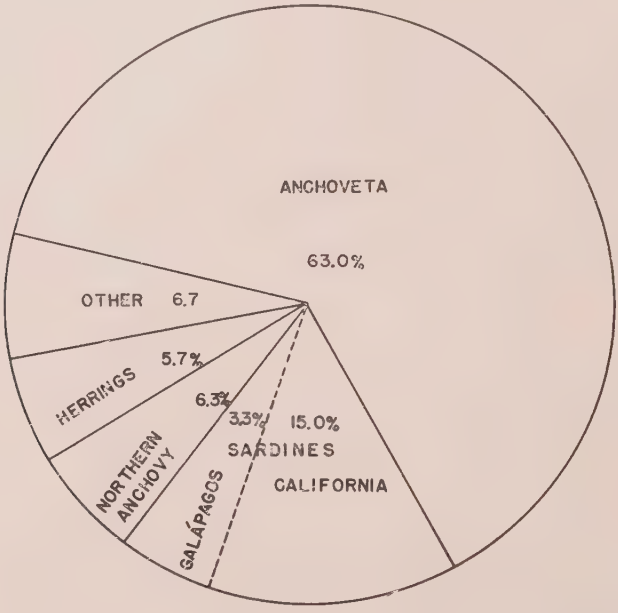

FIGURE 1. Relative importance of different kinds of bait fishes used by clippers in 1951.

2. Compilation of detailed data respecting current fishing operations

Although statistics of yield of the tuna and bait fisheries are essential to keeping track of the changes in the fishery and its effects on the stocks of tunas and bait fishes, such information is not sufficient. The yield of a fishery is determined both by the quantity of fish available to the fishermen and by the amount of effort put into their capture. In order, then, to measure changes in the quantity of fish available, *their abundance*, we need to obtain not only information as to the time, place, and amount of the catches, but also information regarding the amount of fishing effort that is required to make them. Such data, gathered over a series of years, is indispensable for determining the changes in the fish stocks in response to fishing, and for estimating the average sustained yield which may be expected at various levels of abundance from each population, both of tunas and bait fishes.

For this reason, the staff of the Commission has undertaken, as a task

of first importance, the establishment of an effective system of gathering detailed information respecting the activities and results of the fishing fleet. During the first year of our work, 1951, we instituted a system of gathering such information from the clipper fleet. Special logbooks were designed and distributed to the vessel captains. Representatives of the Commission meet the vessels on their return to port after each trip and copy from the logs information required. Gathering of data from the clipper fleet was continued during 1952, during which year we obtained data on over 90% of the trips made by clippers from the West Coast of the United States. Similar logbook coverage of the purse-seine fleet was commenced in January 1952, with fairly gratifying results; detailed information was obtained for 84% of the purse-seiner trips completed during the year.

Information obtained from fishing vessel logbooks, like all other information concerning the operations of any individual person, company, or enterprise, is kept completely confidential, being available only to staff scientists working with the data. Eventual publication of results will be in the form of totals and averages which will not reveal the operations or results of any individual company, or enterprise.

As a basis for summarizing in useful form the data respecting effort employed in tuna fishing and resulting catches, it has been necessary to establish a system of statistical areas for the Eastern Pacific. In establishing such a system, several considerations need to be kept in mind: (1) For studying the dynamics of the tuna populations, it will be necessary to employ geographical divisions corresponding to the ranges of the separate populations, if such exist. Lacking knowledge of the existence of independent populations at this time, it is necessary that the smallest statistical divisions be certainly small enough so that they may be recombined into proper biological areas when needed. (2) For use in ecological studies, it is desirable to have data respecting abundance of tunas tabulated by the smallest practical geographical areas. (3) The system needs to be simple, requiring the use of few or no special charts. (4) The system should be designed for easy manipulation of data, and should be readily adaptable to employment of mechanical techniques for sorting, adding, and averaging. The system adopted meets all these needs. The Eastern Pacific is divided into major divisions, or areas, by the lines of latitude and longitude divisible by five, the resulting areas being designated by the latitude and longitude of the southeast corner. Each of these areas is further divided into 25 sub-areas which are one degree on a side; these are numbered serially from 1 to 25 within the major area. Thus, every one degree square in our region of the sea, north of the equator, is represented by a seven digit designation, while those south of the equator require an eighth digit to represent south latitude. These areas are readily identified from any standard chart, and are easily combined into larger aggregates where

desired. They are readily adaptable to both manual and mechanical techniques of data processing. The smallest divisions, 60 miles on a side, seem sufficiently fine for our purpose.

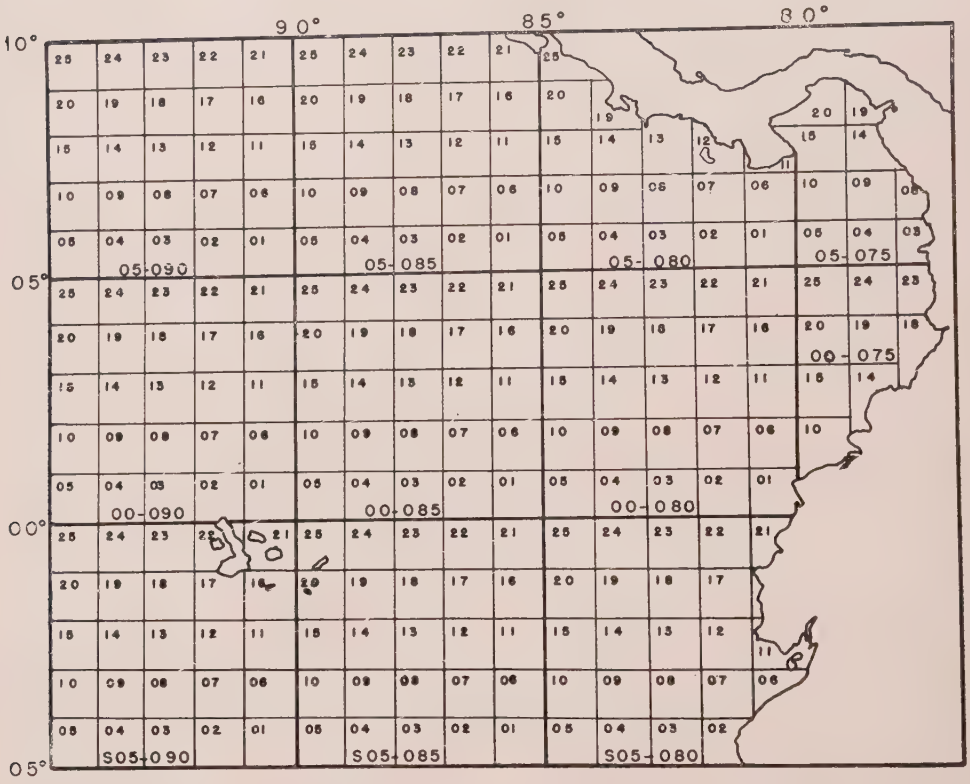

FIGURE 2. Portion of the Eastern Pacific Ocean illustrating the statistical areas used by the Commission.

In figure 2 is shown a small section of our oceanic area, adjacent to Central America, illustrating the statistical area system.

Data respecting fishing effort and resulting catches obtained from logbooks of tuna clippers during 1951 have been tabulated and summarized according to statistical areas and sub-areas, quarter of the year, and size category of vessel by means of punch-card techniques. These provide estimates of yield and yield-per-unit-of-fishing-effort by season of the year both for the small one-degree sub-areas, and for the larger areas five degrees on a side. It is a simple matter to further recombine any of these data into still larger regions for part or all of the year.

Although regular logbook coverage of the seiner fleet was not com-

menced until January 1952, logs covering about 25% of the trips made in 1951 were obtained from captains who had kept such records for their own use. In order that the Commission's current records of the fishery should be complete commencing with 1951, the seiner data for that year have also been summarized by quarters, statistical areas, and vessel size-categories, in the same manner as the data from clipper logs.

Logbook data obtained from clipper logs and seiner logs during 1952 were still in process of tabulation as the year ended. Normally, completion of the tabulation of logbook data requires, with our present staff, about three to four months beyond the end of the year.

The tuna clippers spend only a part of their time fishing for tuna. A very considerable part of their time is spent in pursuit of the small, inshore fishes used for live-bait in the capture of the tunas. For statistical data respecting the kind and quantity of bait fishes taken, as well as information as to changes in catch-per-unit-of-fishing-effort, our only source is the information recorded by the fishing vessel masters in their logbooks. Since the bait fishes are associated with the shore, occurring in particular geographic localities which have been named, a numerical system of statistical areas is not necessary. The number of localities in which bait is taken by the fleet is also sufficiently small that it is quite satisfactory to tabulate and summarize bait statistics by areas designated by regular geographical names.

Logbook information respecting amount of time spent fishing and catches obtained of each kind of bait, for each baiting area by months, is being tabulated routinely commencing with 1951. From the tabulations may be estimated the total quantities of each kind of bait fish taken from each baiting area. Estimates of total quantities of various kinds of bait used by the U.S. fleet have been shown for 1951 on page 17. We may also derive estimates of catch-per-unit-of-fishing-effort, necessary for keeping track of changes in abundance of the various bait species in each important baiting area.

In addition to detailed information obtained from logbooks for a large sample of the fleet, information useful for measuring in a general way changes in the condition of the fishery is obtained by maintaining for the whole fleet records of departure and return dates for each trip, together with quantities of tunas landed. These data lead to a statistic of catch-per-day's-absence, measuring over-all success of fishing, which in turn reflects changes in the abundance of the fish populations in the aggregate, and the degree to which they are available to the fleet. While this statistic is more difficult to interpret than those derived from the logbook information, it has the virtue that it is comparable to a similar series available for the past twenty years.

The continuing collection and compilation of these kinds of information is of the highest importance, since it is by means of these basic data, together with necessary knowledge of the biology of the species concerned, that we may arrive at an understanding of the dynamics of the tuna and bait fish populations. As have been previously noted, the data cannot be interpreted in terms of the dynamics of the fish stocks until we have a considerable series of years, reflecting the effects of varying intensities of fishing. The compilation of these detailed data of the fishery is indispensable as the continuing record of basic information upon which the important decisions of the Commission will eventually be based.

3. Derivation of measures of success of fishing and abundance of the fish populations

The employment of catch statistics, logbook data, and other information on the fishing operations and results, for the study of variations in the abundance of the fish stocks in space and time, requires rather careful consideration of the nature of the measurements to be employed. It needs to be understood just what is being measured. We must insure that the measurements are properly comparable from year to year or from place to place.

From the information available respecting current fishing operations and results, and also, in some cases, from data of past years, several useful statistics may be computed.

Catch-per-day's-absence—From records of quantities of tuna landed and number of days absence from home port, which we obtain for nearly the entire fleet, it is possible to compute the average catch-per-day-of-absence-from-port. For seiners, this measures the success of tuna fishing, reflecting changes in abundance of the tunas, since such vessels catch the tuna directly with purse-seine nets. For clippers, however, the catch-per-day's-absence-from-port is affected not only by success in fishing for tunas but also by the prior success in catching bait. In this case, the catch-per-day's-absence reflects changes in both the abundance and availability of tunas and the abundance and availability of bait species.

From analysis of the detailed data from individual vessels for the year 1951, it has been found that the catch-per-day's-absence of both seiners and clippers is related to vessel size. In order to make comparable the statistics between years, since the average size of vessel changes from year to year as new vessels replace old ones, this effect must be discounted. There appears to be no simple means of applying correction factors for vessel size, therefore it is necessary to compute separate statistical indices for different categories of vessels, which will be comparable from year to year. We are computing, therefore, indices for each of six different size categories of vessels.

Since the vessels of the tuna fleet operate, in general, over the entire range of the fishery, and fish in many different areas in the course of a single voyage, the catch-per-day's-absence is capable of measuring only over-all changes in the success of fishing. Only to the extent that vessels in the smallest size categories restrict their fishing to a limited part of the total range, can such information be employed in measuring changes in sub-regions of the range of the fishery.

Catch-per-day-of-tuna-fishing—For current years and for such past years as logbook records may be available, it is possible to obtain measurements of changes in abundance and availability of the tunas by means of the catch-per-day-of-fishing-for-tunas. From the log of a voyage may be obtained the number of days actually spent in tuna fishing and the catches which result, and from these data it is possible to compute the catch-per-day-of-tuna-fishing. This statistic is not affected by amount of time spent catching bait, time spent running to and from the fishing areas, time laid up by bad weather, etc., and so should reflect accurately changes in the abundance of the tuna as encountered by the fishermen independent of other factors.

Since for each day of fishing we know the locality and catch, the average catch-per-day may be computed for different times of the year and different fishing areas. As a result we can detail changes between seasons, areas, and years. Analysis of the data for 1951 has shown that the catch-per-day-of-tuna-fishing is also related to vessel size. In this case, however, by making a series of comparisons of the catch-per-day of different sized vessels fishing in the same area, we have been able to arrive at factors measuring the relative efficiency of different sizes of vessels. These efficiency factors have then been applied to the number of fishing days of vessels of different sizes to arrive at a measurement of total fishing effort in terms of fishing days of a vessel of a certain size class taken as standard. The standard fishing day can be used as a measurement of fishing effort which is independent of vessel size. The corrected statistic, catch-per-day's-fishing for a fixed vessel size, being independent of vessel size, is comparable from season to season, from area to area, and from year to year as a measurement of the relative abundance of tunas encountered by the fishery.

Catch-per-day-of-bait-fishing—Similarly, from the log of a voyage we may determine, for each place bait is fished, the number of days spent fishing for bait and the kind and amount of bait which was captured. The average catch-per-day of a bait species at a particular baiting area may be taken as a measurement of the relative abundance of that species as observed by the fishing fleet, and so used to trace changes in abundance from season to season and year to year.

From analysis of data for 1951 it has been shown that here, also, the fishing ability is related to vessel size. Again, however, by comparing

catches of different size-categories of vessels fishing in the same baiting area, it has been possible to compute efficiency factors to be employed in correcting the data to a boat of a specified size class taken as a standard.

4. Collection and analysis of historical data respecting the development of the fishery

Since it is necessary that suitable statistical information be available for a considerable series of years, it is of importance to collect information respecting the operations and results of the fishing fleet not only for current years, but also for years as far in the past as may be possible. Fortunately, it has been discovered that quite an extensive amount of suitable data are available from a number of sources. Collection of such data was commenced as one of the first activities of the Commission's staff in 1951 and was continued during 1952. Most of the useful historical data have now been collected; the task of collection should be essentially completed by mid-1953.

Data on landings of tuna, by species, by vessels of the California fishing fleet for each trip of each vessel have been gathered by the California State Fisheries Laboratory since the early days of the fishery. These landing data have been copied from the records of the Laboratory for all years since 1931, the earliest year for which the records are now in such form as to be accessible.

From records of certain tuna canners, vessel owners associations, and other sources, we have obtained for most clippers since 1931, and most seiners since 1936, information on the dates of departure from port and return to port for the individual trips for which landing data are available from the State's records.

From U.S. Customs registration records, records of vessel owners associations, trade journals, records of the California State Fisheries Laboratory, and other sources, we have obtained information on the physical characteristics of the individual vessels and the type of fishing gear used (seines or live-bait).

The foregoing information has been collated and tabulated on individual boat cards in suitable form for analysis.

From these data we shall be able to trace the growth of the fishing fleet, and changes in the catch-per-day's-absence-from-port, a measurement of over-all fishing success. As explained on page 22, for seiners, the catch-per-day's-absence reflects changes in the success of catching the tuna species, but for clippers it measures the combined success of fishing for bait fish and for tunas. In order to study changes in success of bait fishing and success of tuna fishing separately, we must have further

knowledge of the time spent in fishing for bait and time spent in fishing for tunas. Furthermore, the catch-per-day's-absence yields information for the fishery as a whole, giving us little or no information respecting different baiting grounds or tuna fishing areas.

In order to estimate changes in success of fishing for tunas, independent of success of bait fishing, and in order to estimate abundance for different areas, it is necessary to have records of detailed fishing operations and results. Fortunately, a considerable number of vessel masters have kept in past years, for their own use, logbook records of their fishing operations. Although many of these have been lost or destroyed, a useful number is available for a good many past years for the fleet of clippers and for a few years for the fleet of seiners. Old logbook data from clippers were collected during 1951, collection was continued during 1952, and some further records are believed to be yet available. Because of the very large quantity of such records and the limitations of personnel, the great bulk of such records have been simply copied by microfilm camera, only a small fraction having been abstracted for tabulation. It is believed that sufficient logbook material has been obtained, or will be obtained, to indicate important changes in the abundance of the tuna populations for at least the past twelve years. Some records have been obtained from as far back as 1930.

How useful the old logbook records will be for measuring changes in abundance of bait populations cannot be determined until the material has been tabulated and analyzed. Most old logbooks indicate the estimated quantity of tuna captured from day to day, but in many instances quantities of bait captured are not shown. At least it will be possible to determine what baiting areas were being exploited from year to year, and it may be that a sufficient number of logs will record catches and thereby permit estimates of changes in abundance.

Because of the more localized operations of the seiner fleet, until recent years at least, few masters were in the habit of keeping logs of their activities. Some logbooks have, however, been obtained from as early as 1938, and a number believed to be sufficient for reliable use in computing changes in apparent abundance of the tuna stocks have been obtained back to at least 1946. It is believed that nearly all existing logbook data for seiners have been collected. Basic data have all been abstracted from these preparatory to final tabulation and analysis.

Completion of the abstracting of information from old logs, its tabulation, and analysis, is one of the most urgent tasks now facing the scientific staff. Until this job has been completed we can have little idea of what changes may have taken place in the population abundances of the tunas and bait species during the recent growth of the fishery. It is hoped that

it may be possible to employ additional clerical personnel in order to bring this work to completion in the reasonably near future.

Landings of the California fleet, from 1931 through 1951, copied, as noted above, from the archives of the California State Fisheries Laboratory, have been classified by type of gear, month of landing, species of tuna, and area where reported caught (according to statistical areas used by the State of California, which differ from ours.) Area of capture was, however, not reported in most years for a considerable part of the landings. By means of punch card machine sorters and tabulators, all of these data have been retabulated by the various possible classifications. Analyses of the tabulated and summarized data have been commenced for the purpose of determining what changes have taken place, over the period of growth of the fishery, in the seasonal and geographic distribution of the catches, in landings according to gear employed, and in the species composition of the catches.

5. Investigations of the biology and ecology of bait species

Since over 80% of the yellowfin and skipjack tuna taken from the tropical Eastern Pacific are captured by means of live-bait, the supply of bait is one of the important factors in maintaining the catch of tunas at sustained high levels. For this reason, the study of the bait resources is one of the important aspects of the Commission's research program.

We have already described the means by which we are obtaining estimates of quantity captured of each of the important kinds of tuna bait fishes, and the means by which changes in abundance on different baiting grounds is assessed from information from logbooks kept by the tuna fleet.

Interpretation of the statistical data in terms of the dynamics of the bait fish populations can be accomplished, however, only on the basis of knowledge of the life histories, biology, and ecology, of the species concerned. With the exception of the California sardine, we know very little about the several kinds of fishes used as tuna bait. It is important, therefore, that the important aspects of the ways of life of the bait species be studied as rapidly as our facilities permit.

Certain aspects of the biology and life history of bait species can be studied from material collected by the tuna fishermen in the course of their baiting operations. From random samples of the catches preserved and returned to our laboratories by co-operating fishermen, we are able to identify the species of fishes used as bait, and the sizes of fish used. Systematic examination of collections taken at different times of the year from the same baiting areas, enables the determination of age and rate of growth, spawning seasons, and racial affinities of the populations of the several baiting grounds. We have, therefore, continued during 1952 collection of bait fishes for such studies through the help of co-operating fishermen.

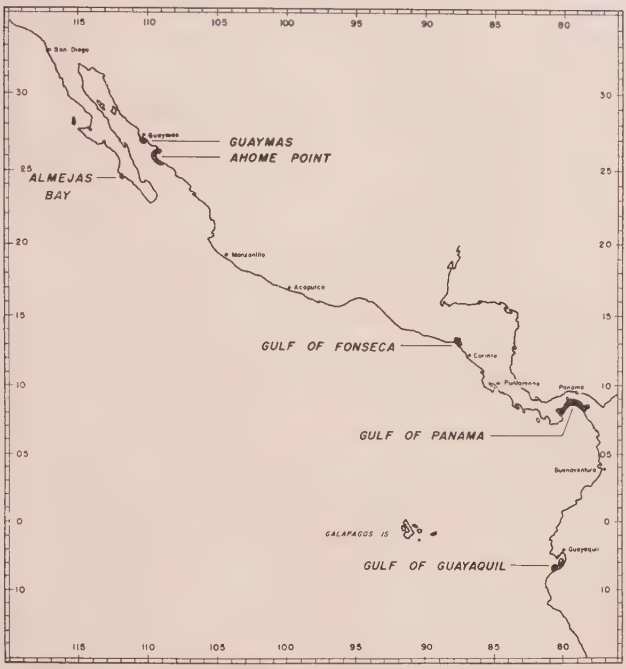

FIGURE 3. Location of principal areas where anchovetas *(C. mysticetus)* are captured.

Inasmuch as the anchoveta, *Cetengraulis mysticetus,* is by far the most important bait species, accounting for 63% of the live-bait logged by the clipper fleet in 1951, primary attention has been given to advancing our knowledge of this species. The anchoveta occurs in various bays and estuaries from Almejas Bay, in Baja California, to northern Perú. Principal baiting locations are Almejas Bay, in Baja California; Guaymas, and Ahome Point, on the eastern side of the Gulf of California; the Gulf of Fonseca; the Gulf of Panamá; several bays on the coast of Columbia; and the Gulf of Guayaquil. The last named locality has, however, been closed to fishing by foreign vessels during most of 1952.

A question of primary importance respecting the anchovetas, of course, is whether the populations of different baiting areas are separate and distinct groups, or whether they migrate extensively from one area to another. One means of studying this is by means of comparing anatomical characters of individuals from different areas to determine whether they are similar or different. Examination of extensive series of specimens from the Gulf of Guayaquil, Gulf of Panamá, Gulf of Fonseca, Ahome Point, Guaymas, and Almejas Bay, with respect to numbers of vetebrae, numbers of anal fin rays, and numbers of gill rakers, indicate that the

populations of the several areas are significantly different from one another, and that there is not likely extensive migrations between them. In order to determine whether there is *any* migration between them, and in order to investigate amount of migration between more closely adjacent places, such as, for example, the two sides of the gulf of Panamá, we shall have to trace the movements of tagged individuals. Present evidence is adequate, however, to indicate that the populations of the several major baiting areas should provisionally be considered separate entities.

Studies have been commenced by scientific personnel of Scripps Institution of Oceanography, employing material collected by the Commission, toward the demonstrataion of genetically separate populations of anchovetas by means of chemical separation of gene-connected chemical compounds by paper chromatography.

Study of length-frequencies of samples of anchovetas, taken at different seasons from the several baiting areas, indicates that this species grows rather rapidly, during the early years of life at least, and that a year class remains in the fishery in important numbers for only two or three years. It appears that most anchovetas taken by the tuna fleet are only one and two years old. In some instances, for example in Panamá in 1951, the fishery is largely supported by only a single year class. In such circumstances, where there are few year classes present at any time, variations in year-class strength may be expected to give rise to large and at times rapid fluctuations in abundance from year to year, which corresponds to the past history of the anchoveta fishery in several baiting areas.

Examination of the state of maturity of eggs in the ovaries of specimens collected by the fleet indicates that the fish first spawn at two years of age. Spawning takes place, apparently, in the late fall and winter months. The eggs are pelagic.

Specimens of other species returned in the samples collected by the fleet are identified, the lengths of all specimens are taken, and sub-samples are preserved for later study. Specimens of California sardines are turned over to the California Co-operative Sardine Program (being conducted by the Scripps Institution of Oceanography, the State of California Bureau of Marine Fisheries, the U.S. Fish and Wildlife Service, and the California Academy of Sciences) which is conducting extensive studies of this species. From size frequencies of the samples examined to date, it appears that the majority of the individuals of this species used for tuna bait are members of the zero-group, that is fish less than one year old, although older fish do sometimes appear in the samples.

Likewise, sardines used in the Galápagos Islands are mostly small fish, less than one year old. However, we have obtained some fish in our

samples of large sizes, and fishermen report seeing quite large fish from time to time. It appears, therefore, that the Galápagos sardines may be a self-sustaining population.

In order to verify the results of racial studies on anchovetas by anatomical characters, in order to find out about their migrations, and in order to get some estimates of rates of exploitation by the fishery, it is important that the Commission's staff undertake experiments with tagged fish at the earliest possible date. In anticipation of the necessity of tagging bait fishes, we have, during 1952, completed experiments toward the development of a suitable external tag for this purpose, using sardines in the aquarium of the Scripps Institution of Oceanography. After testing plastic streamer-tags fastened in various positions in the dorsal surface of the fish with nylon thread, with tantalum wire, and with soft stainless steel wire, it has been found that very little loss of tags is experienced if we employ either stainless steel or tantalum wire to attach the tag well anterior to the dorsal fin. Mortality of tagged fish using the tags was not greater than the controls. It is considered that the tag is now ready for trials in the field.

In February 1952 the Commission established a laboratory at Puntarenas, Costa Rica, in order to study the biology and ecology of the bait species of the Gulf of Nicoya. From this laboratory, field studies were begun in the spring of 1952. Observations were first made from a small launch made available for our use, and from a chartered boat of larger size. In June the Commission acquired a 30 foot, diesel-powered boat for work on the Gulf. Supplementary observations and collections have also been possible from commercial fishing vessels, primarily those engaged in the local shrimp fishery. The work of this laboratory during 1952 has been directed toward (1) studies of the general hydrography of the Gulf, (2) studies connected with the disappearance of the anchoveta from the Gulf of Nicoya and possibilities for rehabilitation, and (3) studies toward elucidation of the life histories and distribution in the Gulf of other species useful as tuna bait.

The seasonal cycle of changes in temperature and salinity have been followed by taking observations at approximately monthly intervals at a series of depths at nine stations located from the head of the Gulf to its mouth. At the same time, standing crops of organisms were measured at each station by quantitative sampling of the zooplankton. It has been shown that the annual regime is related directly to rainfall which increases the discharge of rivers empting into the Gulf, strongly modifying the salinity and temperature structure and affecting the production of plankton organisms. Knowledge of the environmental conditions, their annual cycle of changes, and the relation thereof to meteorological factors is requisite for understanding the ecology and life history of the various fish species which are usable for tuna bait, as well as for gaining some knowl-

edge of what factors may be of importance in the eventual rehabilitation of the Gulf as a source of anchovetas.

The Gulf of Nicoya supported a productive fishery for the anchoveta, *Cetengraulis mysticetus,* up to 1947. By the spring of 1947, vessels baiting there were experiencing considerable difficulty obtaining this species in adequate quantities and were often taking thread herring as an alternative. During the ensuing summer, there was, according to reports of numerous reliable persons, an occurrence of extensive "red water" or "brown water" which was fatally toxic to anchovetas in the bait tanks of vessels entering this discolored water and was, presumably, toxic to anchovetas and other fishes in the open water also. Since that time, there has been no fishery for anchovetas in the Gulf of Nicoya. Extensive collections by several kinds of gear in all parts of the Gulf, by our staff scientists, during the past year, have failed to turn up a single member of this species.

Occasional small patches of "red water" at present occur in the Gulf of Nicoya. Samples of this water have revealed heavy concentrations of a microscopic organism *Gymodinium sp.,* similar to that responsible for extensive mortality of fishes in other parts of the world. Presumably, localized blooms of this organism are a common occurrence in the Gulf of Nicoya, but are not ordinarily sufficiently extensive to cause damage to the fish populations, since we have observed no evidence of fish mortality associated with them.

Since other species of anchovies and various clupeoid fishes are flourishing in the Gulf of Nicoya, there appears to be no reason to believe that the anchoveta will not again survive and propagate there if it is re-introduced. The species would probably eventually reappear in the Gulf by migration from other areas, but, in view of the apparently restricted migrations of this species, as inferred from racial studies, it appears profitable to determine whether the process can be speeded up by transplantation of sizeable numbers of anchovetas from the Gulf of Panamá, Gulf of Fonseca, or elsewhere. It is believed that such an experiment may have a very good chance of success and should be undertaken by the Commission in the near future.

Several species of fishes of secondary importance for tuna bait occur in the Gulf of Nicoya. Systematic collection of these for elucidating their life histories has been conducted since February 1952. The most important of these species is the thread herring, *Opisthonema libertate,* which occurs in all parts of the Gulf. Collections, so far, indicate that this species does not occur in large quantities in the upper Gulf north of Puntarenas, during the dry season (mid-December to mid-May). Surface schooling appears to be at a maximum during the rainly season, when they are, therefore, most accessible for tuna-bait. The main centers of abundance are the Chira flats and the Sail Rock area. This species is a suitable tuna-

bait, being taken in moderate quantities by the fleet when other kinds are not readily available (see p. 17).

The deep-bodied anchovy, *Anchovia macrolepidota* (and perhaps *A. rostralis)* occurs mainly in the upper reaches of the Gulf, preferring shallow water of a silty nature. It also enters the tidal sloughs and estuaries. This species, which is confused with the anchoveta, *Cetengraulis*, by local fishermen, occurs in sufficient abundance to be of some value as tuna-bait, but it is reported not to live well in the bait tanks of tuna vessels. Examination of gonads, plus occurrence of juvenile specimens, indicates that this species spawns in the spring months.

The flat-iron herring, *Ilisha furthii,* has been taken in only limited numbers and no large schools have been encountered. It is not believed to be sufficiently abundant to be a reliable source of bait. Another herring, *Sardinella stolifera,* which is also suitable for tuna-bait, appears to be present in only small numbers.

Collections of these species have been made throughout the year and collection will continue through part or all of 1953. From examination of these collections it is hoped to infer the rates of growth, spawning times, and other aspects of their biology.

A number of additional species of anchovies occur in some numbers in the Gulf of Nicoya. None of these seems to be of potential value as tuna-bait.

It is not believed that the existing species in the Gulf of Nicoya furnish an important potential supply of tuna-bait. For the maximum value of this baiting ground to be realized, the rehabilitation of the anchoveta population appears to be imperative.

6. Investigation of the general oceanography of the Eastern Pacific

The tunas, being high-seas, pelagic fishes, are related in their abundance, aggregation, and behavior, not to the features of the land, but rather to the properties of the water masses in which they live. Although they are often found in relation to banks and other features of the sea bottom, these relationships are secondary. It is obvious that in order to understand the factors controlling the success of the tuna fisheries, an understanding of the sea in which they live, and how they are related to it, is quite essential.

The tropical Eastern Pacific Ocean is one of the less well known regions of the Pacific Ocean. Elucidation of the current systems and water masses of this region, their effects on production of living organisms, and finally the relationships thereof to the tunas, is one of the more difficult and costly, yet important, lines of research which must be undertaken by the Commission. With the present financial resources of the Commission

such investigations, requiring large seagoing vessels and costly equipment, have been quite out of the question. Fortunately, however, other agencies interested in the general oceanography of the Eastern Pacific have been able to undertake investigations in which staff members of the Commission have participated.

The research vessel "Horizon," of the Scripps Institution of Oceanography, devoted the period May 17 to August 27, 1952, to an extensive cruise covering the area from San Diego, California to Callao, Perú, in order to study the general features of the oceanography of the tropical Eastern Pacific. This expedition, known as "Shellback," occupied 216 regular hydrographic stations, took 765 underway bathythermograph observations, and made 521 surface current measurements with the geomagnetic electrokinetograph. Direct measurements of vertical distribution of current velocity were made on eight stations by means of a current cross. Water samples from various depths at hydrographic stations were analyzed for dissolved oxygen, phosphates, and silicates, as well as salinity and temperature. Quantitative zooplankton collections were made at 204 stations to a depth of 300 meters. Quantitative microplankton hauls were made at 197 stations. Productivity experiments were run at a number of stations using a radioactive tracer technique. Dip net and mid-water trawl collections were also made. A continuous record of bottom topography was made by means of echo-sounders. Detailed observations of meteorology were also taken. The Commission's Director of Investigations participated in the planning of the expedition and two of our staff were members of the scientific group aboard the vessel during part of the cruise.

From the preliminary processing of the data we have obtained a general idea of the various currents and water masses, temperature distributions, and the larger changes from place to place in biological phenomena. Detailed analysis of the data is going forward at Scripps Institution. The results of the analyses are expected to give us an adequate basis of planning future observations, as well as providing a good general picture of the oceanographic regime.

"Shellback" was a part of a larger scheme of obserations of the tropical Pacific. At the same time, the U.S. Fish and Wildlife Service unit based on Hawaii conducted hydrographic observations across the equator along several longitudes between the region studied by "Shellback" and the longitude of Hawaii, and at the same time made observations of sub-surface distribution of tunas by means of special fishing gear. The U.S. Navy also made series of hydrographic observations supplementary to those made from the "Horizon."

It is extremely fortunate that these studies have been undertaken because they furnish a necessary basis for the study of the ecology of the Eastern Pacific tuna stocks. It is anticipated that further observations

will be required to elucidate important details and, in particular, to investigate seasonal and yearly variations in the oceanic conditions. Adequate planning for efficient observations of this sort must await, however, the final results of "Shellback" and associated expeditions.

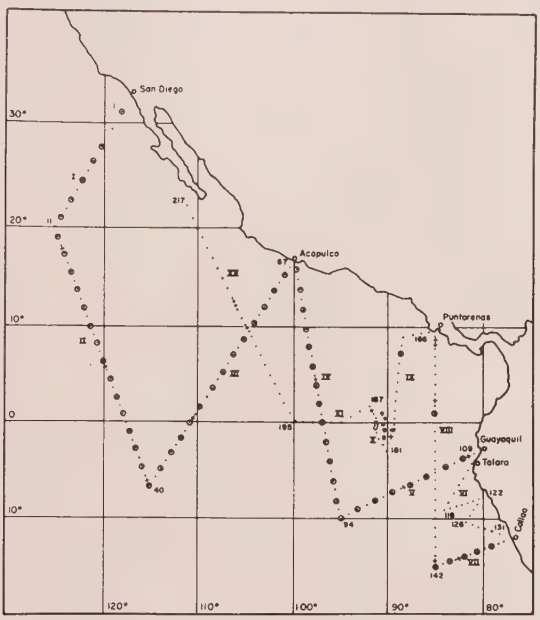

FIGURE 4. Chart of "Shellback" expedition, 17 May to 27 August 1952. Roman numerals represent the section numbers. Dots represent stations where hydrographic casts were made to less than 1600 meters. Dots in circles represent stations where hydrographic casts were made to over 2000 meters. Crosses represent locations where hauls were made with midwater trawl. (Courtesy of Scripps Institution of Oceanography.)

It cannot be anticipated that the Commission shall be able to obtain necessary additional observations at no cost; provision needs to be made for procuring these from our own resources. Further, in order to be of maximum utility with relation to the elucidation of the distribution and ecology of the tuna populations, study of the observational data needs to be made by scientists having these subjects as their center of interest, which demands the assignment of suitably trained staff members of the Commission to this project.

7. Investigations of biology and ecology of tunas

From the results of our collection of detailed information on distribution of tunas by means of logbook records of the fishing fleet, it has been

found that there are certain areas where the tunas aggregate in much greater concentrations than elsewhere. Comparison of this pattern with the preliminary data from "Shellback" and general oceanographic information from other sources, indicates that in each case these areas of high abundance of tunas are areas of strongly developed vertical circulation, either at boundaries between currents, or along land boundaries in places where the prevailing winds and currents produce upwelling. Volumes of zooplankton taken on the "Shellback" expedition indicate that these areas are locations of high production of the plankton organisms which support the forage organisms on which the tuna depend for their food. In each case, regions having large volumes of zooplankton correspond to regions of large catches of tuna by the commercial fishery. It seems probable that the effects of the vertical circulation on the biological productivity is the key to the variations of abundance of the tunas.

Knowledge of almost all phases of the life history of the tunas is fragmentary. The Commission has thus far been unable to undertake investigations in this field. Some progress is, however, being made by other agencies. The U.S. Fish and Wildlife Service in Honolulu is conducting investigations of the racial divisions of the Pacific tunas, which are of importance to the delineation of the geographical boundaries of the stocks being fished by our fishermen. Scientists of the State of California have made, during the past year, considerable progress on development of a suitable tag for tracing tuna migrations by means of release and recapture of marked individuals. That agency is also conducting systematic measuring of the size composition of the commercial catch which is expected to prove useful in extending knowledge of the age and rate of growth of the tropical tunas, and may be useful in elucidating differential geographical and seasonal distribution of different components of the population. Our staff is keeping in touch with the progress of these studies, and it is not advocated that there be any duplication of efforts. Present studies are not believed to be sufficiently extensive to be entirely adequate, however, and should be augmented as opportunity permits. Other phases of the life history and biology of the tunas of the tropical Eastern Pacific which are not being studied by any agency should be investigated.

One of the important problems requiring investigation is the vertical distribution of adult tunas. The present fishery in the Eastern Pacific operates only on fish at or near the surface. In the Western and Central Pacific there is a sizable fishery on large, old tunas which inhabit the sub-surface layers to depths of at least 50 fathoms. Recent explorations by the U.S. Fish and Wildlife Service indicate that the sub-surface fish are found east at least to 120° W longitude. It is important to know whether even further to the east, in the vicinity of our fishery, there also exist these large tunas in sub-surface waters where they are not available

to presently employed fishing methods. If so, they constitute a more or less protected segment of the population. In order to investigate this, plans were drawn up during 1952 for a co-operative investigation, utilizing the research vessel. "N. B. Scofield" of the State of California, personnel from the State Fisheries Laboratory, Scripps Institution, and the Inter-American Tropical Tuna Commission, and fishing and scientific equipment furnished by these agencies plus the U.S. Fish and Wildlife Service. This expedition has departed, as this is being written, to investigate the sub-surface distribution of tunas and associated oceanographic factors in the region between 100° W longitude and the mainland, from 15° N latitude to 5° S latitude.

From the foregoing, it may be seen that the investigations during 1952 have consisted primarily of the collection and systematization of information along several of the lines of investigation which form a part of the general program of research of the Commission. An increasing share of our efforts have been devoted to the analysis and correlation of the data collected. Certain studies have progressed sufficiently to warrant publication in the near future. Although satisfactory, however slow, progress is being made on some lines of investigation, other important lines of research have of necessity been completely neglected.

A very great part of the progress which has been made on the investigations has been the direct result of the co-operation received from the personnel of the tuna fishing fleet and other members of the industry, and the assistance received from other research organizations. The co-operation of the California State Fisheries Laboratory and the U.S. Fish and Wildlife Service in gathering of statistical data and in carrying out particular investigations, mentioned previously, has been invaluable. To the Scripps Institution of Oceanography we are particularly indebted. In addition to conducting research projects which have a direct bearing on the program of the Commission, in which we have been permitted to participate fully, the Institution has furnished us office and laboratory space, use of equipment, the facilities of the library and aquarium, and the wise counsel of the members of its staff. Without this aid the Commission could have made only a fraction of the progress recorded during 1952.

APENDICE A

INFORME DE LAS INVESTIGACIONES DE LA COMISION INTER-AMERICANA DEL ATUN TROPICAL DURANTE EL AÑO 1952

por

Milner B. Schaefer, Director de Investigaciones

En la Convención de Pesca se establece que el propósito de la Comisión Interamericana del Atún Tropical es el de obtener e interpretar un conjunto de informaciones que faciliten mantener, a niveles que a su vez procuren una máxima pesca en forma contínua, las poblaciones de las especies de atún conocidas por "aleta amarilla" *(Neothunnus macropterus)* y "barrilete" *(Katsuwonus pelamis)* y de otras clases de peces que aprovechan los barcos atuneros en la zona oriental del Pacífico. El programa de investigaciones recomendado por la Comisión a los Gobiernos miembros, ha sido formado con el objeto de conseguir la información que se requiere para llegar a un conocimiento de la biología, la ecología y la dinámica de las poblaciones de los antes mencionados atunes y de las especies usadas como carnada para pescarlos.

Entre los fenómenos naturales cuyo conocimiento necesitamos para llegar a conclusiones respecto de la utilización racional de los peces objeto de nuestro estudio, está, de primero, el efecto que produce la pesca en la abundancia de las respectivas poblaciones, y la relación entre el tamaño de éstas y la producción continuada que podrán mantener. Para el estudio de este aspecto es preciso que, por una serie de años, podamos determinar la producción, la intensidad de la pesca y la abundancia de las poblaciones de esos peces. A estas determinaciones sólo puede llegarse, con un costo razonable, mediante el examen de los datos emanados de la pesca comercial. En consecuencia, es de importancia básica que el grupo de nuestros investigadores recoja continuamente una detallada información con respecto

a los lugares de pesca, cantidades obtenidas y esfuerzo requerido para producirlas. Una información similar durante años anteriores, cuando la pesca se ejercitaba en menor escala, hará posible conocer cuáles cambios en la abundancia y en la producción han tenido relación con las variaçiones en la intensidad de las actividades pesqueras, conforme la pesquería ha ido creciendo.

Los datos estadísticos son, sin embargo, insuficientes por sí solos para llegar al conocimiento de los efectos provocados por la intensidad de la pesca sobre la abundancia de los peces y el rendimiento que de ellos pueda obtenerse. La interpretación de dichos datos depende, en alto grado, del conocimiento acerca de los más importantes aspectos de la historia natural y de la conducta de los peces, a que hacemos referencia al hablar de su "biología." Debemos conocer las unidades naturales de población en que está dividida cada especie, de modo que las estadísticas de pesca puedan ser propiamente relacionadas con cada una de ellas. Debemos conocer también la cantidad y proporción en las migraciones de los individuos dentro y entre estas unidades de población. Necesitamos saber en qué épocas de su vida los individuos de estas poblaciones son vulnerables a la pesca; en qué áreas geográficas y en qué épocas. Y saber, asímismo, en qué forma y en qué grado se renuevan las poblaciones por nacimiento, crecimiento y muerte, "datos estadísticos vitales" de las especies.

Las variaciones en la abundancia de las poblaciones de los peces que nos toca estudiar son el resultado, no solamente de los cambios de intensidad en la acción del hombre, es decir, en la pesca, sino también de las variaciones en la intensidad combativa de otros enemigos; y de las variaciones en la provisión de alimento y en el ambiente físico que influencian las proporciones del nacimiento y la muerte. El atún vive en un ambiente oceánico complejo, que no es uniforme ni en el espacio ni en el tiempo. El alojamiento en el litoral de las especies para carnada, hace a éstas objeto de cambios aún más grandes en los factores naturales de su ambiente. Es indispensable una comprensión adecuada de estos factores ecológicos que afectan las poblaciones de atún y peces de carnada, a fin de evitar una confusión entre los efectos de dichos factores y los producidos por la pesca.

Para obtener todos estos conocimientos, se ha preparado un programa general de investigaciones que ha sido aprobado por la Comisión y recomendado a los Gobiernos Miembros. No ha sido posible iniciar el estudio en todas sus líneas fundamentales de investigación, debido a las muy severas limitaciones en los fondos de que hemos dispuesto. Tanto en 1952 como durante el año precedente, ha sido necesario limitar nuestras actividades a aquellos proyectos de importancia más inmediata que nos fué posible abordar.

En general, la investigación efectuada durante 1952 ha sido continua-

ción y ampliación de las líneas de estudio iniciadas en 1951. Además, hemos sacado ventaja de la cooperación ofrecida por instituciones, laboratorios o dependencias gubernamentales. Hemos utilizado sus facilidades para hacer algún comienzo en importantes investigaciones cuya realización no estaba a nuestro alcance. A pesar de que la recolección de datos básicos ha demandado el mayor esfuerzo de nuestro personal, parte de nuestro tiempo se ha dedicado en forma creciente al trabajo de análisis.

Las siguientes son las actividades que ha tenido a su cargo nuestro personal científico durante 1952:

1. Compilación de datos estadísticos corrientes sobre la pesca global

La información con respecto a las cantidades y especies de atún pescadas en las aguas tropicales del Océano Pacífico Oriental, es recogida de varias fuentes, incluyendo documentos de las oficinas gubernamentales de los países que utilizan el atún en escala apreciable, datos de las plantas enlatadoras de atún y declaraciones sobre importación en los Estados Unidos. Los datos acerca de la producción total están completos, excepto en cuanto a muy insignificantes cantidades de atún utilizadas en ciertos países fuera de los Estados Unidos. La recopilación de datos correspondientes al año 1951 arroja un desembarque de 308.6 millones de libras, de las cuales 183.7 millones de libras fueron de "aleta amarilla," 121.2 millones de libras de "barrilete" (skipjack) y 3.7 millones de libras de atún que no ha sido clasificado por especies. Esta producción representa un descenso de 45 millones de libras en comparación con el año 1950; tal descenso se debe principalmente a una considerable reducción de las actividades de la flota de los Estados Unidos como consecuencia de circunstancias económicas.

La flota con base en la Costa Occidental de los Estados Unidos descargó 277.4 millones de libras en 1951, de las cuales 161.6 millones de libras fueron de "aleta amarilla" y 115.8 millones de libras de "barrilete." De estas cantidades, los barcos que pescan con carnada descargaron el 91% del atún "aleta amarilla" y el 88% de "barrilete." Los barcos de red *(purse seiners)* tuvieron una pesca relativamente pobre durante 1951.

La información sobre el origen geográfico de la producción de atún en las diferentes estaciones del año es recopilada detalladamente, en una forma rutinaria, por el personal de la Comisión que acude al sistema de los diarios de a bordo, (sobre de lo que se hablará más adelante), gracias a lo cual estamos en condiciones de obtener datos precisos sobre las operaciones de la mayor parte de la flota que arriba a los puertos de la Costa Occidental de los Estados Unidos o a Costa Rica. Este sistema fué iniciado con los *"clippers"* atuneros en 1951, y se extendió a los barcos de red durante 1952. La comparación de estos datos en una serie de años,

permitirá a la Comisión determinar las variaciones de la producción en las diferentes áreas, de un año a otro. Tales datos, tomados junto con la información sobre la intensidad de la pesca, nos permitirán también, cuando los tengamos en suficientes series, determinar los cambios que puedan efectuarse en la abundancia de las existencias de atún.

Los informes respecto de los desembarques de atún correspondientes a 1952 están todavía en proceso de recopilación. Sin embargo parece, a juzgar por las cifras que tenemos a mano, que la pesca total de "aleta amarilla" en las aguas tropicales del Pacífico Oriental ha estado más o menos al mismo nivel que en 1951, o ligeramente más alto, pero la pesca total de "skipjack" descendió considerablemente en comparación con el año anterior.

Los *"clippers,"* atuneros que usan carnada viva, son, en el presente momento, el elemento predominante de la flota. Su método de pesca exige grandes cantidades de esos pequeños peces costeros que se emplean como cebo para mantener a los atunes al alcance de la embarcación pescadora. Se careció completamente de estadísticas sobre las clases y cantidades de estos peces de carnada utilizados por la flota, mientras no comenzamos a registrar detalladamente las operaciones de sus barcos por medio de los libros o diarios de a bordo. De las anotaciones contenidas en esos libros, que lleva una gran parte de las flotas con base en los puertos de los Estados Unidos y Costa Rica, podemos determinar las cantidades de peces-carnada utilizadas por esos barcos; y en esa forma hacer una estimación bastante exacta sobre la cantidad de cada especie de carnada obtenida por la totalidad de los barcos, en cada una de las respectivas zonas de pesca. Los datos correspondientes al año 1951 han sido recopilados y estimados completamente. La tabulación de los informes que arroja el año 1952 estaba todavía en proceso al finalizar el año.

Los pescadores de atún miden la carnada en "scoops." Un "scoop" es la cantidad que se saca de la red y se echa en el tanque de carnada de la embarcación por medio de una pequeña bolsa de malla fina en forma de cazamariposas, instrumento al que también se da el nombre de "scoop." La cantidad de peces en cada "scoop" varía de barco a barco y depende probablemente también de la clase del pez y tal vez de la localidad. No hemos encontrado todavía factores exactos de conversión, pero de los datos que tenemos a mano, hemos hecho un cálculo aproximado de diez libras por "scoop."

Las estimaciones basadas en los datos de los diarios de a bordo correspondientes al año 1951, nos permiten decir que la flota de *"clippers"* atuneros, dependientes de los puertos de la Costa Occidental de los Estados Unidos, capturó las siguientes cantidades de peces de carnada durante dicho año:

Clase de Carnada	Número de "scoops"	Porcentaje del total
Anchoveta *(Cetengraulis mysticetus)*	1,603.000	63.0
Sardina de California *(Sardinops caerulea)*	382,000	15.0
Sardina de Galápagos *(Sardinops sagax)*	83,000	3.3
Anchova nórdica *(Engraulis mordax)*	160,000	6.3
Sardina de California y Anchova nórdica mezcladas y que no han sido identificadas separadamente	12,000	0.5
"Herring" o "gallera" *(Opisthonema, Sardinella, Ilisha)*	146,000	5.7
Salima (F. Xenichthyidae)	61,000	2.4
Otras especies y no especificadas	97,000	3.8
	2,544,000	

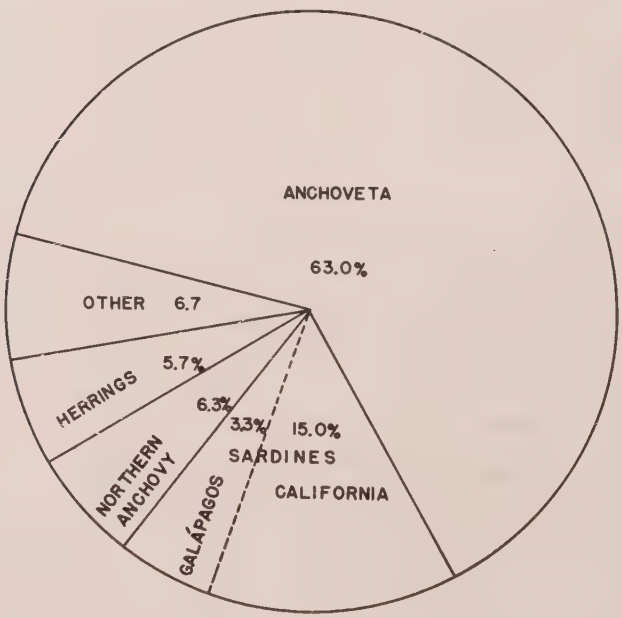

FIGURE 1. Importancia relativa de las diferentes clases de peces de carnada que utilizaron los barcos "clippers" durante el año 1951.

La flota a que las anteriores estimaciones se refieren, es la que se compone de barcos equipados con tanques de carnada que se dedican en forma regular a la pesca de atún y descargan su producto en los puertos occidentales do los Estados Unidos. Esta flota desembarcó 226 millones de libras de atún y de "barrilete" ("skipjack") en 1951. No se ha tomado en cuenta cierto número de pequeños barcos de California que se dedican

esporádica o estacionalmente a la pesca del atún a la altura de Baja California, ni las embarcaciones de los Estados Unidos que tienen normalmente como base la Costa del Oeste y que embarcan su pesca congelada desde Panamá y otros lugares. Esas embarcaciones produjeron alrededor de 20 millones de libras de "aleta amarilla" y de "barrilete" durante 1951. No contamos, desde luego, con medios que nos permitan estimar las cantidades de carnada obtenidas por los barcos pesqueros de México, Perú, Ecuador y otros países, a los que no hemos logrado abarcar dentro de nuestro sistema de libros de a bordo. Sin embargo, por la información que hemos podido obtener sobre la producción de los barcos de otras naciones, hemos llegado razonablemente a admitir que la pesca de carnada cuyos datos recolectamos a través de nuestro sistema regular de libros de a bordo, gracias a lo cual hemos estimado las cantidades que consignamos anteriormente), ha servido para capturar a lo menos el 86% de la totalidad del atún que se pesca con el empleo de carnada viva.

2. Recopilación de informes detallados sobre operaciones corrientes de pesca

A pesar de que las estadísticas sobre producción de atún y de peces de carnada son esenciales para llevar cuenta de los cambios en la pesca y sus efectos sobre las poblaciones de dichos peces, esa información no es suficiente. El rendimiento de una actividad pesquera se determina tomando en consideración dos factores: la cantidad de pesca obtenible por los pescadores y la intensidad del esfuerzo que se emplea en esa pesca. Así, para medir los cambios en la cantidad de pesca obtenible, es decir, las variaciones en la *abundancia de las poblaciones,* necesitamos conseguir no sólo información respecto del tiempo, del lugar y de las cantidades pescadas, sino también respecto de la intensidad en el esfuerzo encaminado a producirlas. Tales informes, recopilados en una serie de años, son indispensables para determinar los cambios en las poblaciones de peces como reacción a las actividades pesqueras, y para estimar el promedio de producción continuada que puede esperarse de los diversos niveles de abundancia de cada población, tanto en lo que se refiere al atún como en lo que respecta a los peces de carnada.

Por las anteriores razones, el personal de la Comisión ha tomado a su cargo, como tarea de primera importancia, el establecimiento de un sistema efectivo para conseguir información detallada sobre las actividades, y resultados de las mismas, registrados por las flotas. Durante el primer año de nuestro trabajo, 1951, se logró ese sistema con respecto a la flota de *"clippers"* atuneros. Se diseñaron libros especiales que fueron distribuídos entre los capitanes de las embarcaciones. Los representantes de la Comisión se encargan de visitar los barcos, a su regreso al puerto después de cada viaje, a efecto de recopilar la información de importancia anotada en esos libros de a bordo. Esa tarea se continuó en 1952, durante el cual se obtuvieron los datos del 90% de los viajes efectuados por

las embarcaciones mencionadas, que tienen su base en la Costa Oeste de los Estados Unidos. Un trabajo similar, a base de libros o diarios de a bordo, fué iniciado en Enero de 1952 con la flota de barcos de red *(purse seiners)*, con resultados bastante satisfactorios, ya que se logró recopilar información sobre un 84% de los viajes que hicieron esos barcos durante el año.

Los datos que se copian de los libros de a bordo, así como cualesquiera otros concernientes a las operaciones de cualquier individuo, compañía o empresa, se mantienen con carácter completamente confidencial, no siendo accesibles sino para el personal científico, que debe trabajar con ellos, exclusivamente. Las publicaciones que se hagan sobre los resultados, se referirán a cantidades totales o promedios que no revelan ninguna operación de carácter privado.

Con el objeto de presentar en una forma útil y comprensible los datos respecto al esfuerzo empleado en la pesca del atún y a la respectiva producción, ha sido necesario acudir a un sistema estadístico por áreas en el Pacífico Oriental. En el establecimiento de ese sistema se necesita tomar en cuenta lo siguiente: (1) Para el estudio de la dinámica de las poblaciones de atún es preciso emplear divisiones geográficas que correspondan a las regiones propias de cada población independiente, si es que tal independencia existe entre ellas. Como ahora nos falta conocimiento sobre la existencia de poblaciones independientes, es necesario emplear divisiones (en el sistema estadístico por áreas) que sean lo suficientemente pequeñas de manera que puedan ser agrupadas dentro de las áreas propiamente biológicas, cuando sea necesario. (2) Es recomendable, para facilitar los estudios ecológicos, disponer de datos referentes a la abundancia de los atunes, convenientemente tabulados por áreas geográficas que sean las más pequeñas y prácticas posibles. (3) El sistema debe ser simple, que requiera el uso de pocas cartas geográficas especiales o de ninguna. (4) El sistema debe prestarse a una manipulación fácil de los datos y ser prácticamente adaptable al empleo de técnicas mecánicas de clasificación, adición y promediación. El sistema adoptado llena todas estas necesidades. El Pacífico Oriental se ha dividido en áreas o divisiones mayores por las líneas de latitud y longitud divisibles por cinco; las divisiones resultantes se determinan por la latitud y longitud de la esquina sureste. Cada una de estas áreas está, a su vez, dividida en 25 subáreas equivalentes a un grado en cado lado; estas subáreas están numeradas en serie de 1 a 25 dentro del área mayor. De esta manera, cada grado cuadrado en nuestra región del mar, al norte del ecuador, está representada por una designación de siete cifras en tanto que los que están al sur del ecuador requieren una cifra adicional (ocho cifras) para representar la latitud sur. Estas áreas son fácilmente identificadas en cualquier carta hidrográfica y pueden ser también fácilmente agrupadas en zonas mayores cuando así se desee, adaptables tanto a la técnica manual como a la mecánica usadas en el ordenamiento de estadísticas. Las más pequeñas

divisiones que hacemos figurar en un lado del cuadro, representativas de 60 millas, parecen ser lo suficientemente reducidas para nuestros propósitos.

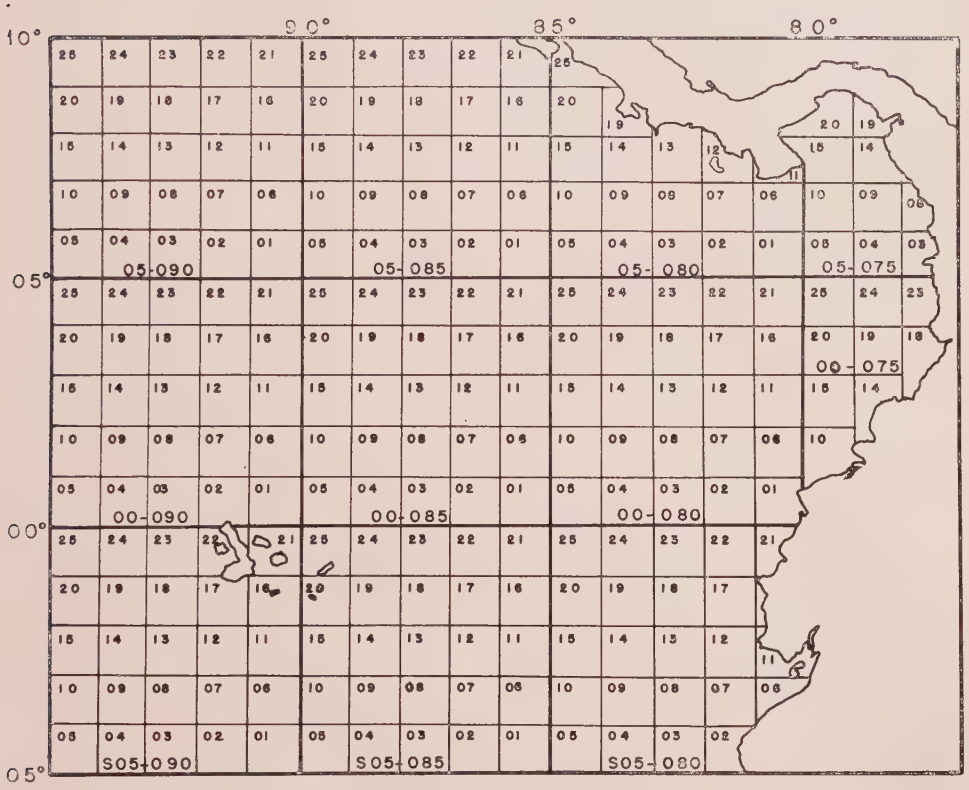

FIGURE 2. Porción del Oceano Pacífico Oriental mostrando el sistema estadístico por areas adoptado por la Comisión.

La figura 2 muestra una pequeña sección de nuestra área oceánica, adyacente a la América Central, para ilustrar el sistema estadístico por áreas.

Los datos que se han tomado de los diarios de a bordo de los "clippers" atuneros, durante 1951, sobre el esfuerzo de pesca y los resultados obtenidos de ese esfuerzo, han sido tabulados y resumidos en armonía con el sistema estadístico de áreas y subáreas, en cada trimestre del año y por categorías establecidas de acuerdo con el tamaño de los barcos, por medio del sistema mecanizado de tarjetas perforadas. Estas registran estimaciones sobre la producción y rendimiento por unidad de esfuerzo de pesca, por cada estación del año, tanto en las subáreas de un grado como en las áreas mayores, de cinco grados. Resulta una operación muy sencilla, calcular,

con base en los datos que se obtienen mediante el indicado sistema, las cifras para regiones todavía más extensas, ya sea en un determinado período anual o en todo el año.

A pesar de que la recopilación regular de datos contenidos en los libros de la flota atunera que pesca con redes, no fué comenzada sino hasta Enero de 1952, se obtuvieron informes sobre un 25% de los viajes efectuados en 1951, gracias a la cortesía de los capitanes que habían llevado anotaciones para uso propio. A fin de que las estadísticas corrientes de la pesca puedan ser completados, comenzando con el año 1951, los datos relativos a los barcos de red, correspondientes a dicho año, han sido también resumidos por trimestres, áreas estadísticas y categorías por tamaño de los barcos, en la misma forma empleada con la información proveniente de los diarios de pesca de los *"clippers."*

Los datos obtenidos de los libros que llevan tanto los *"clippers"* como los barcos de red, durante 1952, estaban todavía en proceso de tabulación al finalizar el año. El completar la tabulación de los informes copiados de los libros de pesca toma normalmente, con el personal de que disponemos, cerca de tres o cuatro meses contados a partir de la terminación del año.

Los *"clippers"* atuneros emplean sólo parte de su tiempo en la pesca de atún porque deben dedicar muy considerables esfuerzos en la persecución de esos pequeños peces costeros que emplean como carnada viva para la captura de aquél. Nuestra única fuente para la recolección de datos estadísticos respecto de las clases y cantidades de las especies de carnada que se pescan, y respecto de la información sobre los cambios en la producción por unidad de esfuerzo de pesca, es la que constituyen las anotaciones registradas por los capitanes de las embarcaciones pesqueras en sus diarios de a bordo. Como los peces de carnada se hallan estrechamente relacionados con determinadas localidades geográficas, en donde encuentran el mejor ambiente para su vida, no es necesario, en cuanto a ellos, establecer un sistema numérico de áreas con fines estadísticos. Además, el número de zonas en que se pescan esas especies es realmente pequeño y, por consiguiente, basta con tabular y ordenar los respectivos datos estadísticos por las áreas que designan sus nombres geográficos.

Los informes de los libros de pesca que llevan los barcos, en cuanto al tiempo empleado en pescar y en relación con las cantidades producidas de cada una de las clases de peces-carnada, por meses, en cada una de las localidades, han sido tabulados rutinariamente comenzando con el año 1951 y continúan siéndolo. Mediante ese sistema pueden ser estimadas las cantidades totales de cada una de las clases de esos peces en su respectiva área de pesca. Las estimaciones, con referencia a las cantidades de las diversas clases de carnada aprovechadas por la flota de los Estados Unidos durante 1951 figuran en la pagina 40. También podemos hacer estimaciones en cuanto a la producción por unidad de esfuerzo de pesca,

necesarias para seguir el curso de los cambios en la abundancia de las diversas especies de carnada en cada una de las localidades de importancia en donde se pescan.

Además de la información detallada que se obtiene de los diarios de a bordo de un muy buen número de barcos que constituyen una muestra representativa de la flota, se recopilan datos de utilidad para determinar, en general, los cambios que se operan en las condiciones de la pesca. Esto último se logra mediante un registro permanente de las fechas de salida y de regreso a puerto por cada viaje de cada una de las embarcaciones de la flota entera, junto con la anotación de las cantidades de atún que se descargan. Estos detalles nos conducen a un cálculo estadístico del promedio de la pesca por día en que el barco está ausente del puerto (catch-per-day's-absence); esto nos permite apreciar el éxito global de las actividades pesqueras, lo que a su vez refleja los cambios en la abundancia de las poblaciones de los peces, en conjunto, así como el grado en que pueden ser aprovechables por la flota. A pesar de que estas estadísticas presentan más dificultades para su interpretación que las que se derivan de las anotaciones de los diarios de pesca, tienen, sin embargo, la virtud de ser comparables a las de una información similar obtenida durante veinte años atrás.

Es de la mayor importancia continuar la recolección y la compilación de esta clase de informaciones, dado que mediante estos datos básicos y el necesario conocimiento de la biología de las especies que estudiamos, es que podemos llegar a un criterio sobre la dinámica de las poblaciones de atún y de las especies de carnada. Como se ha dicho anteriormente, los datos no pueden ser interpretados en términos de la dinámica de las poblaciones de esos peces, hasta tanto no los tengamos por una serie de años, capaz de reflejar los efectos de la variación en la intensidad de la pesca. La recopilación de esos datos pormenorizados sobre las actividades pesqueras es indispensable para mantener un registro continuado de una información fundamental que ha de servir de base a la Comisión, en el futuro, para sus más importantes decisiones.

3. Determinación del éxito de la pesca y de la abundancia de las poblaciones de los peces

El uso de las estadísticas de pesca, de las anotaciones de los diarios de a bordo y de otros informes relacionados con las operaciones pesqueras y sus resultados, para el estudio de las variaciones en las poblaciones de peces en el espacio y en el tiempo, requiere una muy cuidadosa consideración acerca de los métodos que al respecto van a emplearse. Ello exige un amplio conocimiento de lo que se debe calcular o medir. Tenemos que asegurarnos de que esos cálculos puedan ser comparables con propiedad año con año y de una zona con otra.

De la información de que disponemos sobre las operaciones corrientes

de la pesca y sus resultados, y también, en algunos casos, de los datos que arrojan años anteriores, pueden hacerse diversos cómputos estadísticos de gran utilidad.

Promedio de la pesca por día de ausencia del puerto. Resulta posible sacar un promedio de la pesca por día de ausencia, de los datos sobre las cantidades de atún descargado y los días en que cada embarcación esta fuera del puerto que le sirve de base, datos que obtenemos de casi toda la flota. En cuanto a los barcos de red (purse seiners) el procedimiento es capaz de medir el éxito de la pesca con indicación de los cambios en la abundancia de las poblaciones de atún, ya que dichos barcos capturan los peces directamente con sus redes envolventes. No ocurre así en cuanto a los "clippers," porque el promedio de la cantidad pescada por cada día de ausencia del puerto, sufre variaciones no solamente por el grado del éxito de las operaciones para capturar el atún, sino también por el grado del éxito que previamente se haya tenido en la consecución de carnada. Así, en el caso de los "clippers," el promedio de la cantidad pescada por cada día de ausencia, refleja los cambios tanto en la abundancia y posibilidad de obtención de los atunes, como de las especies necesarias para su pesca.

Del análisis que se ha hecho sobre los informes minuciosos que arrojan individualmente las embarcaciones, correspondientes al año 1951, se ha encontrado que el promedio de la cantidad pescada por cada día de ausencia del puerto, tanto en los barcos de red como en los "clippers," está en relación con el tamaño de la nave. Para que puedan ser comparables las estadísticas entre un año y otro, y considerando que el tamaño promedio de las embarcaciones cambia con cada año, porque nuevos barcos vienen a reemplazar los viejos, se hace necesario dar por descontada esa modalidad. No parece que haya medios fáciles de aplicar factores que proporcionen exactitud en cuanto al tamaño de los barcos y, en consecuencia, hay que hacer separadamente las computaciones de los índices estadísticos para las diferentes medidas o categorías de las naves pesqueras, de modo que puedan prestarse a comparaciones año con año. Y así estamos formando índices para cada una de seis diferentes categorías.

Como las embarcaciones de la flota atunera operan, en general, en toda la región de la pesca, y trabajan en muy diversas áreas en el curso de cada viaje, el promedio de la cantidad pescada por cada día de ausencia del puerto solamente es capaz de indicar los cambios globales en los resultados de las operaciones. Unicamente en el caso de barcos pequeños, que restringen sus actividades pesqueras a una zona limitada, las respectivas informaciones pueden usarse para determinar los cambios en las correspondientes subregiones del área total de la pesca.

Promedio de la pesca por día en la pesca de atún. Es posible determinar las medidas de los cambios en la abundancia y posibilidad de obtención de los atunes, en relación con los años corrientes y con aquellos

años pasados sobre los cuales puedan conseguirse datos en los diarios de a bordo, por medio del cómputo de la producción por cada día de actividades en la pesca de esas especies. Por las anotaciones que contiene uno de esos diarios sobre las incidencias de un viaje, se puede saber exactamente el número de días empleados en la pesca del atún y las cantidades resultantes, y de estos datos puede sacarse el cómputo a que se ha hecho referencia. Los números estadísticos que al respecto se hacen, no están afectados por el lapso de tiempo que se dedica a la consecución de carnada; ni por el que se emplea yendo a, y viniendo de, las áreas de pesca; ni por las esperas mientras pasa el mal tiempo, etc., de modo que han de reflejar los cambios exactos en la abundancia de los atunes, conforme son encontrados por los barcos pesqueros, independientemente de otros factores.

Como por cada día de pesca sabemos la localidad en que se ha operado y el resultado de las actividades, puede computarse el promedio de producción diario con respecto a las diferentes épocas del año y a las diversas áreas de pesca. El análisis de los datos correspondientes a 1951 ha demostrado que la producción por cada día en la pesca del atún, está también relacionada con el tamaño de la embarcación. Tomando esto en cuenta y haciendo una serie de comparaciones de la pesca por día, realizada dentro de la misma área por los barcos de los tamaños catalogados, hemos logrado obtener los factores que nos permiten determinar la eficiencia de las diferentes dimensiones o categorías de las naves pesqueras. Los factores sobre eficiencia han sido entonces aplicados al número de días de pesca de las embarcaciones de diversos tamaños, para llegar a medir el esfuerzo total (de la pesca) en términos de "días de pesca" de un barco de determinada clasificación (por su tamaño) que sirva como tipo de norma. Dicho día de pesca puede ser usado como una medida del *esfuerzo de pesca,* que es independiente del tamaño de la embarcación. Las estadísticas corregidas sobre la pesca por cada día de actividades efectuadas por un barco de determinado tamaño, siendo independiente de las dimensiones de la nave, pueden ser comparables entre una y otra época de pesca, entre una zona y otra, y año con año como una medida de la relativa abundancia de los atunes encontrados en la pesca.

Promedio de la pesca por día en la pesca de carnada. En igual forma, de las anotaciones sobre un viaje contenidas en un diario de pesca, podemos determinar, en relación con cada localidad, el número de días empleados en la consecución de carnada, así como la clase y la cantidad obtenidas. El promedio de la pesca, por día, de una de estas especies en una zona de pesca determinada, puede tomarse como una medida de la relativa abundancia de dicha especie, tal y como la observa la flota pesquera, y puede ser empleada para trazar los cambios en la abundancia de estación a estación y de un año a otro año.

Por medio del análisis de los informes correspondientes a 1951, se ha

demostrado aquí, también, que la eficiencia en la pesca está relacionada con el tamaño de la embarcación. Sin embargo, una vez más, mediante la comparación de las cantidades producidas por las diferentes categorías de barcos, por tamaños, en la misma área de pesca, ha sido factible computar los factores de eficiencia que han de usarse en la corrección de los datos aplicables a un barco de una clase específica de tamaño tomado como tipo de norma.

4. Recolección y análisis de datos históricos con respecto al desenvolvimiento de la pesca

Como es necesario obtener información estadística sobre una considerable cantidad de años, es de importancia recopilar datos con respecto a las operaciones, y sus resultados, de la flota pesquera, no sólo en los recientes años, sino también con extensión al mayor número de años posible. Afortunadamente se ha descubierto que una extensa información está a nuestro alcance, gracias a diversas fuentes. La recolección de tales datos fué una de las primeras actividades de la Comisión en 1951, y se continúo durante el año 1952. Los datos de más valor histórico han sido recogidos; este trabajo de recolección deberá terminarse esencialmente a mediados de 1953.

Los informes sobre los desembarques de atún, por especies, de los barcos de la flota pesquera de California, por cada viaje de los susodichos, han sido recopilados por el Laboratorio de Pesquerías del Estado de California desde los primeros días de esta industria. Dicha información se ha copiado de los documentos del Laboratorio, empezando con el año 1931, siendo este año el primero en que dicha información fué obtenida en forma asequible.

De los registros de algunas plantas enlatadoras de atún, asociaciones de dueños de barcos, y de otras fuentes, hemos obtenido información en cuanto a las fechas de partida y regreso a puerto por cada uno de los viajes de los barcos de cuyos desembarque hay anotaciones en los registros del Estado, información que cubre a la mayor parte de la flota de "clippers" desde 1931 y a la de barcos rederos desde 1936.

También, de los registros de las Aduanas de los Estados Unidos y del Laboratorio de Pesquerías del Estado de California, de los dueños de barcos, asociaciones, publicaciones comerciales y otras fuentes, hemos conseguido detalles sobre las características físicas de cada barco y el sistema de pesca usado (red o carnada viva).

La información anterior ha sido ordenada y tabulada en tarjetas individuales para cada uno de los barcos, en una forma adecuada para su análisis.

Esos datos nos permitirán observar el crecimiento de la flotas pesqueras y los cambios en la producción por cada día de ausencia del puerto,

medida que podrá indicar el éxito de la pesca. Como se explica en la página 46, para los barcos de red la pesca, por cada día de ausencia, refleja los cambios en el éxito de las operaciones con el atún; pero en cuanto a los "*clippers*" mide los resultados combinados en la pesca de dicho pez y de la carnada. Para que sea posible estudiar los cambios en la producción de uno y otra, separadamente, tendremos que obtener mayor información sobre el tiempo empleado en cada una de las respectivas actividades. Aun más, la pesca por cada día de ausencia nos ofrece detalles sobre la pesca en conjunto, dándonos muy poca o ninguna información acerca de las diferentes localidades o zonas en donde se pueden conseguir la carnada y el atún.

Para poder estimar los cambios en los resultados de la pesca de atún, independientemente del éxito en la consecución de carnada, y para lograr una estimación sobre la abundancia de la pesca en los diferentes sitios, es necesario obtener detalles sobre las operaciones de pesca y sus resultados. Afortunadamente un número considerable de capitanes de barco ha llevado en años pasados, para su propio uso, registros de sus operaciones pesqueras. Aunque muchos de estos datos se han perdido o destruído, una cantidad suficiente puede ser encontrada, en un crecido número de años, en poder de la flota de los "*clippers,*" y por unos pocos años en los libros de los barcos rederos. Durante 1951 se obtuvo información de viejos libros llevados por los "*clippers;*" el trabajo de recolección continuó en el año 1952, y se cree posible conseguir aun más informes. Debido a la inmensa cantidad de esos registros y a la escasez de nuestro personal, la mayor parte de estos informes simplemente se ha copiado por medio de la cámara de película microscópica, habiéndose extractado sólo una pequeña parte para su tabulación. Se cree haberse obtenido, o poder obtenerse, una cantidad suficiente de material informativo de los libros de pesca que permita indicar importantes cambios en la abundancia de las poblaciones de atún ocurridos en doce años atrás por lo menos. Algunos diarios de a bordo se han recopilado desde el año 1930.

La utilidad de los informes que esos viejos libros puedan ofrecer sobre los cambios en la abundancia de las poblaciones de carnada, no puede determinarse hasta tanto el respectivo material no haya sido tabulado y analizado. La mayor parte de esos viejos libros de a bordo contienen indicación de las cantidades de atún que se estima fueron capturadas día a día, pero en muchos casos no se encuentran detalles sobre la carnada. Por lo menos será posible determinar las áreas de carnada que fueron explotadas año con año, y puede ser que un número suficiente de esos libros contenga datos sobre las cantidades de pez-cebo obtenidas, lo que permita una estimación de los cambios en su abundancia.

Por ser más localizadas las operaciones de la flota de barcos rederos, en recientes años cuando menos, pocos capitanes tenían la costumbre de llevar un registro de sus actividades pesqueras. Sin embargo, se han

conseguido libros de a bordo desde el año 1938, así como un número que se considera suficiente para confiarse en el cómputo de los cambios en la aparente abundancia de las reservas de atún, y que aparece por lo menos desde 1946. Se cree que casi todos los informes de los diarios de pesca existentes de los barcos rederos han sido recogidos. La información básica ha sido extractada para su tabulación final y análisis.

El trabajo de completar la extracción de los informes contenidos en los viejos diarios de pesca y la tabulación y análisis de los mismos, es uno de los más urgentes que tiene a su cargo el grupo científico. En tanto que este trabajo no llegue a su final, muy poco podemos saber acerca de los cambios que se han operado en la abundancia de las poblaciones de atún y de peces de carnada durante el reciente crecimiento de la pesca. Se espera que sea posible emplear más personal de oficina para lograr la terminación de este trabajo en un futuro cercano.

Los desembarques de la flota de California de 1931 a 1951, cuyos detalles han sido tomados, como se consignó anteriormente, de los archivos del Laboratorio de Pesquerías del Estado de California, han sido clasificados tomando en consideración el sistema empleado para pescar, el mes en que se ha hecho el desembarque, las especies de atún y la zona en donde la pesca se efectuó (de acuerdo con las áreas estadísticas usadas por el Estado de California, las cuales difieren de las nuestras). Las zonas de pesca no han sido, sin embargo, reportadas en la mayoría de los años en relación con una parte considerable de los desembarques. Por medio de máquinas clasificadoras y tabuladoras por el sistema de perforación de tarjetas, todos esos datos han sido retabulados dentro de las más variadas clasificaciones posibles. Los análisis de los datos, ya tabulados y resumidos, se han comenzado con el propósito de determinar los cambios que se han efectuado, en el período de crecimiento de las actividades pesqueras, en la distribución estacional y geográfica de la pesca, en los desembarques de atún pescados con cada sistema, y en la composición de las especies capturadas.

5. Investigación sobre la biología y la ecología de las especies de carnada

Ya que más del ochenta por ciento del atún "aleta amarilla" y "barrilete" pescado en la zona tropical del Pacífico del Este se obtiene por el sistema de anzuelo y carnada viva, el suministro de ésta es uno de los factores de más importancia en el mantenimiento de la pesca de atún a un alto nivel. Por esta razón, el estudio de las especies de carnada es de los más esenciales que contiene el programa de investigaciones de la Comisión.

Ya hemos descrito los métodos por los cuales logramos una estimación de las cantidades de cada una de las más importantes clases de peces de carnada para el atún que se capturan, y los medios a que acudimos para determinar los cambios en la abundancia en las diferentes zonas de pesca

de carnada, mediante la información de los diarios de a bordo que lleva la flota atunera.

Sin embargo, la interpretación de los datos estadísticos, en terminos del dinamismo de las poblaciones de los peces-carnada, únicamente puede hacerse sobre las bases del conocimiento de la historia natural, la biología y la ecología de las especies cuyo estudio nos concierne. Con excepción de la sardina de California, sabemos muy poco acerca de las diferentes clases de peces usados como cebo para el atún. Precisa, en consecuencia, estudiar tan rápidamente como nuestras facilidades lo permitan, los aspectos más importantes de los métodos de vida de esas especies.

Ciertos aspectos de la biología y la historia natural de los peces-carnada a que nos referimos, pueden ser estudiados sobre el material recogido por los pescadores de atún en el curso de sus operaciones de pesca. Gracias a las muestras tomadas al azar de las cantidades pescadas, las cuales son convenientemente preservadas y remitidas a nuestros laboratorios por los pescadores que desean cooperar con nosotros, estamos en condiciones de identificar las especies usadas para la pesca de atún y de anotar el tamaño de éstas. Mediante el examen sistemático de las muestras tomadas en diferentes épocas del año, de las mismas zonas que ofrecen carnada, podemos determinar la edad, proporción del crecimiento, épocas de desove y afinidades raciales de las poblaciones que habitan dichas áreas de pesca. Y, naturalmente, hemos continuado durante 1952 la recolección de peces-carnada para dichos estudios, siempre con la ayuda de los pescadores de buena voluntad.

Tomando en consideración que la anchoveta *(Cetengraulis mysticetus)* es la más importante de las especies en cuestión, como que constituye el 63% de la carnada que registra la flota de "clippers" en 1951, nuestra mayor atención se ha concentrado en el sentido de aumentar el conocimiento sobre esta especie. La anchoveta se presenta en varias bahías y estuarios desde la Bahía de Almejas, en Baja California, hasta el Norte del Perú. Las principales zonas para la pesca de carnada son: la mencionada Bahía de Almejas; Guaymas y Punta Ahome, al Este del Golfo de California; el Golfo de Fonseca; el Golfo de Panamá; varias bahías en la costa de Colombia y el Golfo de Guayaquil. Esta última localidad ha sido clausurada para los barcos extranjeros durante casi todo el año 1952.

Asunto de importancia primordial en relación con la anchoveta es, por supuesto, saber si las poblaciones de las diferentes áreas de pesca son grupos separados o distintos, o si emigran en gran escala de una zona a otra. Uno de los métodos para estudiar este problema es el de la comparación de los carácteres anatómicos de los ejemplares tomados de distintas áreas, para ver si son iguales o presentan diferencias. El examen de considerables series de especímenes tomados del Golfo de Guayaquil, del Golfo de Panamá, de Fonseca, Punta Ahome, Guaymas y Bahía de Almejas, en cuanto al número de vértebras, de radios de la aleta anal y

de la branquispinas, indica que las poblaciones de las diferentes áreas son significativamente distintas una de otra, y no parece que exista una migración considerable entre ellas. Para apreciar si ocurre *alguna* migración y para hacer una estimación de la proporción de la misma entre los lugares adyacentes o más cercanos, como por ejemplo los dos lados del Golfo de Panamá, tendremos que observar detenidamente los movimientos de los peces mediante una adecuada marcación de los mismos con marcas bien visibles. Hasta el momento existe, sin embargo, la impresión de que las poblaciones de las más importantes zonas de carnada pueden ser provisionalmente consideradas como entidades distintas o independientes.

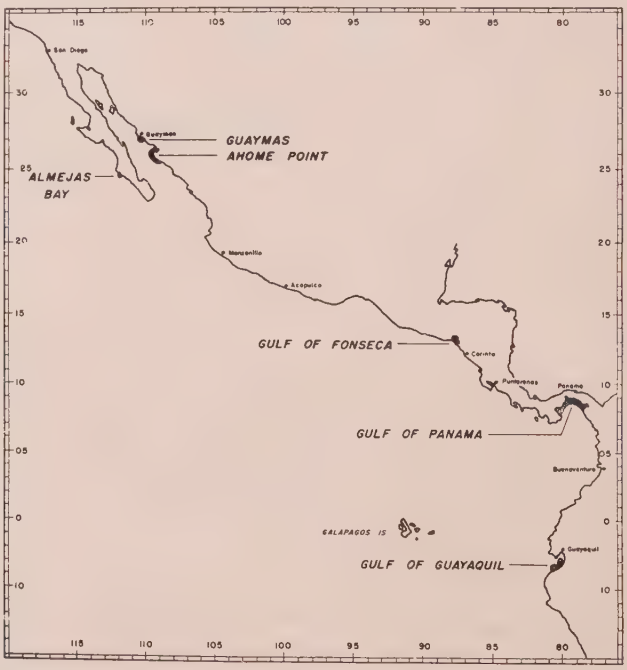

FIGURA 3. Localización de las principales areas donde se capturan las anchovetas *(C. mysticetus)*.

El personal científico de la Institución Scripps de Oceanografía, aprovechando el material recolectado por la Comisión, ha comenzado a hacer estudios demostrativos de la separación genética de las poblaciones de anchovetas mediante el método de separación química de los componentes químico-genéticos que se obtiene con el papel cromatográfico.

El estudio de las frecuencias de tamaño que presentan las muestras de las anchovetas tomadas de las diferentes áreas de pesca en distintas estaciones del año, demuestra que esta especie crece bastante rápidamente, al menos en sus primeros años de vida, y que una clase anual permanece

en abundancia, pero solamente durante dos o tres años. Parece que la mayoría de las anchovetas pescadas por la flota atunera son de solamente un año o dos. En algunos casos, por ejemplo en Panamá, en 1951, la pesca se sostuvo casi únicamente en la clase de un año. En circunstancias en que existen pocas clases anuales en cualquier tiempo, puede esperarse que las variaciones en la fuerza de la clase anual, provoquen grandes y a veces rápidas fluctuaciones en la abundancia de un año a otro, que es lo que parece demostrar la historia de la pesca de la anchoveta en diversas áreas, en pasados años.

El examen del estado de madurez de los huevos en los ovarios de los especímenes recogidos por la flota, es indicativo de que el primer desove de este pez ocurre a los dos años de edad. El desove se efectúa, aparentemente, a fines de Otoño y en los meses de Invierno. Los huevos son pelágicos.

Los individuos de otras especies, encontrados entre las muestras recolectadas por la flota, son siempre identificados; también se toma la medida longitudinal de todos los especímenes, y se separan submuestras que se conservan para un examen posterior. Los ejemplares de la sardina de California son enviados al "Programa para el Estudio Cooperativo de la Sardina en California" (California Co-operative Sardine Program) que está a cargo de la Institución Scripps de Oceanografía, La Oficina para Peces Marinos del Estado de California, el Servicio de Pesca y Vida Silvestre (U.S. Fish and Wildlife Service) y la Academia de Ciencias de California, el cual programa está efectuando un intenso estudio sobre esa especie. Según las anotaciones que se llevan sobre las frecuencias en el tamaño de las muestras examinadas hasta la fecha, pareciera que la mayoría de los individuos de esta especie usada para la pesca del atún, son miembros del "grupo cero" (zero-group), es decir, peces menores de un año, aunque de vez en cuando aparecen peces de más edad entre las muestras.

Asímismo, las sardinas usadas en las Islas Galápagos casi siempre son pequeñas, menores de un año. Sin embargo, hemos obtenido algunas de tamaño grande, entre las muestras que nos llegan, y los pescadores informan haber visto a veces ejemplares grandes. En consecuencia, parece que las sardinas de las Galápagos son una población que se mantiene independientemente.

A fin de poder verificar los resultados de los estudios raciales sobre las anchovetas a través de sus caracteres anatómicos y tener conocimiento acerca de sus movimientos migratorios, y para estimar el promedio de su explotación por la pesca, es imprescindible que el personal científico de la Comisión efectúe experimentos con peces marcados, a la mayor brevedad posible. Previendo esa necesidad de marcar peces de carnada, nos habíamos adelantado con la idea de desarrollar una marca adecuada para ese propósito, y en ese sentido hemos efectuado experimentos durante 1952,

empleando sardinas en el acuario de la Institución Scripps de Oceanografía. Después de probar marcas de material plástico aplicadas en varias posiciones, en la parte dorsal del pez, con hilo de nylon, alambre de *tantalum* y alambre suave de acero inoxidable, se ha encontrado que la pérdida de marcas es casi insignificante cuando se usa este último o el de *tantalum*, colocada en la parte anterior de la aleta dorsal. La mortalidad de los peces así marcados no fué mayor que de los peces que no fueron marcados. Se considera que la marca está ya lista para las pruebas en el campo de operaciones.

En Febrero de 1952 la Comisión estableció un laboratorio en Puntarenas, Costa Rica, con el objeto de estudiar la biología y ecología de los peces de carnada del Golfo de Nicoya. Teniendo este laboratorio como base, los estudios en esta localidad fueron comenzados en la primavera de 1952. Las observaciones se realizaron al principio con la ayuda de una pequeña lancha motor que nos fué prestada, y también desde un barco de mayor tamaño que se contrató. En Junio la Comisión adquirio un barco de treinta pies de eslora impulsado por *motor-diesel*, para el trabajo en el Golfo. También se han hecho observaciones suplementarias y recolección de material de estudio, gracias a embarcaciones suplementarias pesqueras comerciales, principalmente algunas dedicadas a la pesca local del camarón. El trabajo de este laboratorio ha sido dirigido (1) hacia los estudios de la hidrografía general del Golfo; (2) hacia la investigación referente a la desaparición de la anchoveta, en dicho Golfo, y a las posibilidades de su restauración; y (3) hacia la adquisición de conocimientos sobre la historia natural y distribución, en el Golfo, de otras especies que puedan ser usadas como carnada para el atún.

El ciclo estacional de los cambios de temperatura y salinidad ha sido registrado por medio de observaciones hechas aproximadamente con intervalos de un mes, en una serie de profundidades en nueve estaciones localizadas desde la cabeza hasta la boca del Golfo. Al mismo tiempo, ha sido medida la producción de organismos en cada una de las nueve estaciones antes mencionadas, mediante el procedimiento de *muestreo* cuantitativo del plancton animal o *zooplancton*. Se ha demostrado que el régimen anual está directamente relacionado con el sistema de lluvias, ya que éstas aumentan la cantidad de agua de los ríos que desembocan en el Golfo, modificando sensiblemente la salinidad y la temperatura estructural, y afectando la producción de organismos planctónicos. El conocimiento de las condiciones del ambiente, de su ciclo de cambios anuales, y de su relación con los factores metereológicos, es requisito necesario para comprender la ecología y la historia natural de los diferentes peces que se usan como carnada en la pesca del atún, así como para llegara saber algo sobre los factores que pueden ser de importancia en la rehabilitación del Golfo de Nicoya como fuente de anchovetas.

Dicho Golfo proporcionó, hasta el año 1947, una pesca muy productiva

de la anchoveta, *Cetengraulis mysticetus.* Ya por la primavera de 1947, los barcos que buscaban carnada allí, experimentaron considerables dificultades para obtener esta especie en cantidades suficientes, y usaron frecuentemente la "gallera" (thread herring) como alternativa. Durante el siguiente verano se presentaron, de acuerdo con informes de numerosas personas dignas de crédito, fenómenos intensivos de "agua roja" o "agua chocolate," que fué fatalmente toxica para las anchovetas que se encontraban en los tanques de carnada de los barcos que entraban a aquellas decoloradas aguas, y que presumiblemente era también nociva a dichos peces y a otros en el mar. Desde ese tiempo no ha habido pesca de anchovetas en el Golfo de Nicoya. A pesar de la extensa recolección de especímenes, realizadas por diferentes medios en todas partes del Golfo y que han estado a cargo de nuestro grupo científico durante el año pasado, no se ha podido hallar ni un solo ejemplar de la indicada especie.

En el presente, de vez en cuando, se notan pequeñas manchas de "agua roja" en el Golfo de Nicoya. Las muestras de esta agua han revelado una fuerte concentración de un organismo microscópico, *Gymodinium sp.*, similar a uno que ha causado extensa mortalidad de peces en otras partes del mundo. Se cree que brotes localizados de este organismo son algo común en el Golfo de Nicoya, pero casi nunca son lo suficientemente grandes como para causar daño a los peces, ya que no hemos observado ninguna evidencia de mortalidad por esa causa.

Si otras especies de anchovas y diversos peces *clupeoideos* se desarrollan en el Golfo de Nicoya, no existe ninguna razón para creer que la anchoveta no pueda sobrevivir y propagarse allí, si se logra reintroducir. Esta especie podría reaparecer eventualmente en el Golfo por migración, pero en vista de los pocos movimientos migratorios que se registran, como ha podido comprobarse por los estudios raciales que se han hecho, pareciera conveniente determinar si el proceso puede ser acelerado por medio del trasplante de un número considerable de anchovetas del Golfo de Panamá, de Fonseca o de otras áreas. Se cree que tal experimento puede tener buenas probabilidades de éxito y que debe ser realizado por la Comisión en un futuro cercano.

Varias especies de importancia secundaria como carnada para el atún se encuentran en el Golfo de Nicoya. Se ha hecho una recolección sistemática de dichos peces para el conocimiento de su historia natural, desde Febrero de 1952. La más importante de estas especies es el "thread herring" conocido en Costa Rica por "gallera" *(Opisthonema Libertate)*, el cual se halla en todas partes del Golfo. Las recolecciones, hasta el momento, indican que esta especie no se encuentran en grandes cantidades en la parte de arriba del Golfo, al Norte de Puntarenas, durante la estación seca (de mediados de Diciembre a mediados de Mayo). Las apariciones de las manchas en aguas superficiales parecen llegar a su máximum durante la estación lluviosa, en la que son, por supuesto, más fáciles de conseguir

para su uso como carnada para el atún. Los lugares de mas abundancia son los bajos de Chira y el área de Sail Rock. Esta especie puede emplearse como cebo, y es pescada en cantidades moderadas por la flota atunera cuando otras clases de peces no se pueden conseguir con facilidad (ver página 39).

La anchova de cuerpo profundo, *Anchovia macrolepidota* (y tal vez *Anchovia rostralis)* se encuentra principalmente en las partes altas del Golfo, prefiriendo aguas de poco fondo y de una naturaleza fangosa. También penetra en las partes afectadas por las mareas y en los estuarios. Esta especie, que los pescadores locales confunden con la anchoveta *Centengraulis*, es hallada en abundancia suficiente como para ser considerada de algún valor en la pesca del atún, pero se informa que tiene corta vida en los tanques de carnada de los barcos atuneros. El examen de sus gonadas y las observaciones sobre la aparición de especímenes juveniles, indican que esta especie desova en los meses de Primavera.

El arenque, *Ilisha furthii,* ha sido pescado sólo en muy limitado número. No han sido encontradas grandes manchas de este pez. Se cree que no es muy abundante como para que pueda ser una buena fuente de carnada. Otro arenque, la *Sardinella stolifera,* que también puede ser usado como cebo para el atún, se presenta también muy escaso.

Durante el año se han recolectado muestras de estas especies y se continuará en ese trabajo en parte o en todo el año 1953. Se espera estimar los porcentajes de crecimiento y conocer las épocas del desove y otros aspectos de la biología de estos peces, mediante el examen de esas colecciones.

Algunas otras especies de anchovas se encuentran en el Golfo de Nicoya. Ninguna de ellas parece ser de posible valor como carnada.

No se cree que las especies existentes en dicho Golfo puedan constituir una importante provisión de peces-cebo para la pesca de atún. La repoblación de anchovetas en esa zona parece ser lo que debe realizarse en forma imperativa, para que readquiera su importancia como localidad productora de carnada.

6. Investigación sobre la oceanografía general del Pacífico del Este

El atún, pez pelágico de alta mar, está supeditado en cuanto a su abundancia, métodos gregarios y su conducta, no a las características terrestres, sino más bien a las condiciones de las masas de agua en que vive. A pesar de que a menudo se le encuentra en relación con bancos y otras características del fondo del mar, estas relaciones son secundarias. Es obvio que para conocer los factores de los que depende el buen éxito de las pesquerías de atún, se necesita el conocimiento del ambiente en que

esos peces se desarrollan y viven, y saber en qué forma estan relacionados con dicho ambiente.

La zona tropical del Pacífico del Este es una de las menos conocidas del Océano Pacífico. Entre las más difíciles y costosas, cuanto importantes líneas de investigación que debe abordar la Comisión Interamericana del Atún Tropical está, sin duda, la que nos lleve al conocimiento de las corrientes oceánicas y de las masas de agua de esa región; de sus efectos en la producción de organismos vivos y, finalmente, de las relaciones que tienen con las especies de atún objeto de nuestro estudio. Con los recursos económicos de que la Comisión ha dispuesto hasta el momento presente, esas investigaciones, para las cuales debemos contar con grandes naves de alta mar y costoso equipo, han estado fuera de toda posibilidad. Afortunadamente, sin embargo, otras instituciones interesadas en la oceanografía general del Pacífico del Este han estado en condiciones de realizarlas, permitiendo en ellas la participación de miembros del personal científico de nuestra Comisión.

El barco-laboratorio "Horizon," de la Institución Scripps de Oceanografía, dedicó un período comprendido entre el 17 de Mayo y el 27 de Agosto de 1952 a efectuar una extensa jira que comprendió un área desde San Diego, California, hasta el Callao, Perú, para el estudio de las características generales de la oceanografía tropical del Pacífico del Este. Esta expedición, que fué conocida por el nombre en Inglés de "*Shellback*," localizó 216 estaciones hidrográficas regulares; llevó a la práctica 765 observaciones batotermográficas, en el camino, e hizo 512 mediciones de las corrientes superficiales con el electroquinetógrafo geomagnetico. También se hicieron mediciones directas de la distribución vertical de la velocidad de la corriente, en ocho estaciones, por medio de un "*cruce de corriente*." Se analizaron muestras de agua, tomadas de varias profundidades en las estaciones hidrográficas localizadas, para determinar el oxígeno disuelto, fosfatos y silicatos, así como la salinidad y la temperatura. Se hicieron recolecciones de zooplancton en 204 estaciones a una profundidad de 300 metros. Para la determinación cuantitativa de plancton microscópico, se hicieron también recolecciones, por medio de rastreos con mangas planctónicas, en 197 estaciones. Se efectuaron experimentos sobre productividad en ciertas estaciones mediante el empleo de una técnica de registro radioactivo. Se realizaron recolecciones con redes de profundidad y de arrastre a media agua. Se tomaron datos, en forma contínua, de la topografía del fondo con el uso de aparatos de *sondeo de eco*. También se hicieron minuciosas observaciones metereológicas. El Director de Investigaciones de la Comisión participó en los planes de la expedición y dos miembros de nuestro personal científico estuvieron a bordo de la embarcación durante la jira.

Del estudio preliminar de los informes recolectados en dicha expedición, hemos logrado una idea general acerca de las diversas corrientes

y masas de agua de la zona observada, así como sobre la distribución de la temperatura y los grandes cambios registrados en los fenómenos biológicos entre un lugar y otro. La Institución Scripps continúa con el análisis detallado de las informaciones. Se espera que los resultados de ese análisis nos proporcionarán las bases adecuadas para hacer planes sobre futuras observaciones, así como un buen cuadro general de la oceanografía de la región.

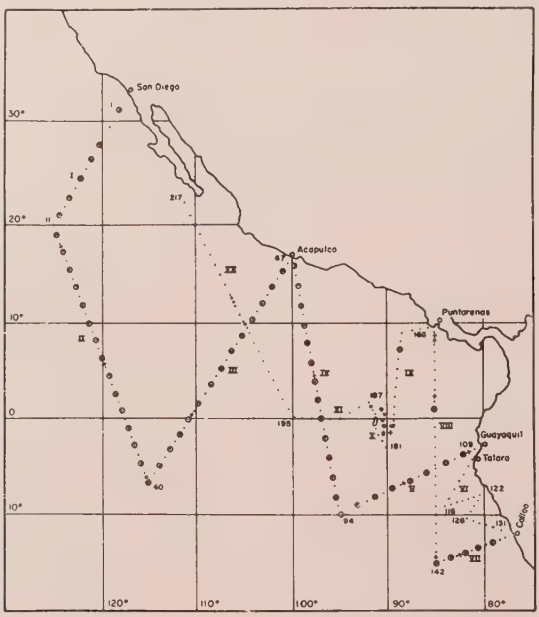

FIGURA 4. Carta de la expedición "Shellback" que comprende el período del 17 de Mayo al 27 de Agosto de 1952. Los números romanos representan los números de las secciones. Los puntos representan las estaciones en donde se realizaron las observaciones hidrográficas a profundidades menores de 1600 metros. Los puntos dentro de los círculos representan las observaciones realizadas a profundidades de mas de 2000 metros. Las cruces representan localidades en donde se realizaron arrastres a profundidades intermedias. (Cortesía de la Institucion Scripps de Oceanografia.)

La expedición "Shellback" ha sido parte de un más amplio proyecto de observaciones en el Pacífico tropical. Al mismo tiempo, la unidad del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos, que tiene su base en Hawaii, ha efectuado, a través del ecuador y a lo largo de varias longitudes entre la región estudiada por la "Shellback" y la longitud de Hawaii, observaciones hidrográficas y de la distribución submarina de las especies de atún; para esto último se empleó equipo especial de pesca.

También la Marina de los Estados Unidos hizo una serie de estudios hidrográficos suplementarios a los realizados por el barco-laboratorio "Horizon."

Hemos sido en extremo afortunados en cuanto a la realización de las ántes mencionadas investigaciones, porque éstas nos proporcionan las bases necesarias para el estudio de la ecología de las poblaciones de atún del Pacífico Oriental. Debemos anticipar que serán indispensables mayores observaciones para lograr elucidar importantes detalles; en particular para investigar las variaciones estacionales y anuales de las condiciones oceánicas. Desde luego que para hacer planes adecuados en el sentido de emprender eficientes observaciones de esa naturaleza, debemos esperar los resultados finales de la expedición "Shellback" y de las que con ésta se coordinaron.

No se puede predecir si la Comisión estará en condiciones de realizar, sin costo alguno, las observaciones complementarias de cuya necesidad hablamos anteriormente, por lo que debemos hacer un esfuerzo y prepararnos para poder efectuarlas con nuestros propios recursos. Además, para que de ese estudio pueda sacarse una utilidad máxima en relación con el conocimiento de la distribución y ecología de las poblaciones de atún, se requiere ponerlo en manos de científicos que sientan primordial interés en esos objetivos, lo que demanda emplear personal entrenado de la Comisión para encargarse de este proyecto.

7. Investigaciones sobre la biología y ecología de los atunes

Como resultado de la recolección de detallados informes acerca de la distribución de los atunes, registrados en los diarios de pesca de la flota, se ha encontrado que hay ciertas áreas en donde estos peces se agrupan en concentraciones mucho mayores que en otras. De la comparación de estas observaciones con las conclusiones preliminares resultantes de la expedición "Shellback," y con la información oceanográfica general obtenida de otras fuentes, se deduce que en cada caso estas áreas de gran abundancia de atún son las que cuentan con una circulación vertical fuertemente desarrollada, tanto en los límites entre las corrientes, como a lo largo de las costas en lugares donde los vientos y corrientes prevalecientes producen el fenómeno de afloramiento. Volúmenes de *zooplancton* recogido durante la expedición "Shellback," demuestran que estas áreas contituyen localidades de alta producción de organismos planctónicos que mantienen el alimento orgánico del que depende la vida del atún. Y es así como las regiones que cuentan con grandes volúmenes de *zooplancton,* registran grandes pescas de atún por parte de la flota pesquera comercial. Parece probable que los efectos de la circulación vertical en la productividad biológica son la clave de las variaciones en la abundancia de los atunes.

El conocimiento acerca de casi todos los aspectos de la historia natural

del atún es sólo fragmentario. La Comisión no ha logrado realizar mayores investigaciones en ese campo. Sin embargo, otras oficinas o instituciones han hecho algún progreso. El Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos está efectuando investigaciones, en Honolulu, sobre las divisiones raciales de las especies de atún del Pacífico, estudios que son de importancia para delinear los límites geográficos de las poblaciones de peces que aprovechan nuestros pescadores. Científicos del Estado de California han logrado un notable avance, durante el año pasado, en el desarrollo de una marca apropiada que permita seguir las migraciones del atún mediante el procedimiento de libertar los peces marcados para ver en qué sitios son recapturados. Los laboratorios del mismo Estado están efectuando también mediciones sistemáticas para determinar la composición de los tamaños encontrados en los desembarques destinados al comercio, lo que se espera ha de ser de gran utilidad en la ampliación del conocimiento que se tiene sobre la edad y proporción del crecimiento de los atunes tropicales, y puede ser valioso, asímismo, para conocer las diferencias en la distribución geográfica y estacional de los diversos componentes de la población total. Nuestro personal se mantiene atento al progreso de estos estudios, y así no se corre riesgo alguno de una duplicación de esfuerzos. Sin embargo, las investigaciones que al presente se realizan, no se consideran lo suficientemente extensas como para que puedan ser las más completas, y deben ampliarse en la medida en que las oportunidades lo permitan. Han de investigarse, además, otros aspectos de la historia natural y biología del atún de la zona tropical del Pacífico Este, los cuales no han sido abordados todavía.

Uno de los importantes problemas que exigen estudio, es el que se refiere a la distribución vertical de los atunes adultos. Las pesquerías actuales en el Pacífico Oriental operan solamente con los peces que se presentan en la superficie o cerca de ella. En las zonas Occidental y Central del Pacífico se manifiestan posibilidades de pesca con los grandes y viejos atunes que habitan las capas más hondas, hasta a profundidades de 50 brazas por lo menos. Las exploraciones recientes del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos demuestran que los peces de hondura pueden ser encontrados, hacia el Este, cuando menos a 120° W de longitud. Es de mucho interés saber si más hacia el Este, en las vecindades de la zona de pesquerías que estudiamos, existen también atunes de gran tamaño en las capas submarinas, en donde no son afectados por los métodos de pesca corrientes que hoy día se emplean. De existir allí esos peces, constituyen una porción más o menos protegida de la población total de atún. Para investigar este aspecto, se hicieron arreglos durante 1952 para emprender un estudio cooperativo con el empleo del barco-laboratorio "N. B. Scofield" del Estado de California, y utilizando personal del Laboratorio de Pesquerías del mismo Estado, de la Institución Scripps, y de la Comisión Interamericana del Atún Tropical, así como equipo de pesca y científico que proporcionaron dichas entidades y el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos. En el momento

en que esto se escribe, la expedición ha salido para investigar la distribución submarina de los atunes y los factores oceanográficos que tienen relación con esos peces, abarcando una región entre 100° W de longitud y el continente, y entre las latitudes 15° N y 5° S.

De lo anteriormente expuesto, puede resumirse que las investigaciones efectuadas durante 1952 han tenido como objetivo principal la recolección y sistematización de los informes obtenidos dentro de cada una de las líneas de estudio que contituyen una parte del programa general preparado por nuestra Comisión. Una parte creciente de nuestros esfuerzos ha sido dedicada al análisis y correlación de los datos recolectados. Algunos estudios han progresado lo suficiente como para merecer su publicación en un futuro próximo. Satisfactoriamente, aunque despacio, se está logrando algún avance en algunas ramas de nuestra investigación, mientras otros aspectos de nuestro estudio, por necesidad, han sido completamente descuidados.

Muy considerable progreso en nuestras labores se debe directamente a la cooperación que hemos recibido del personal de la flota pesquera de atún y de otros miembros de la industria, así como a la ayuda brindada por otras organizaciones investigadoras. La colaboración del Laboratorio de Pesquerías del Estado de California, y del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos, en la obtención de datos estadísticos y en el desarrollo de especiales investigaciones mencionadas anteriormente, ha sido, en verdad, valiosísima. Estamos en deuda particularmente con la Institución Scripps de Oceanografía. Además de haber realizado proyectos sobre estudios que tienen directa relación con nuestro programa, en los cuales se nos ha permitido participar de lleno, la Institución nos ha proporcionado espacio para oficinas y laboratorios, nos ha permitido el uso de equipo y nos ha dado las facilidades de su biblioteca y acuario, así como el sabio consejo de los miembros de su personal. Sin esta ayuda, la Comisión habría podido lograr solamente una parte del progreso registrado durante 1952.